



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad
en el Laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos-UNALM,
2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

AUTORA:

Prudencio Albino Zahara Patricia (ORCID: 0000-0001-8963-2116)

ASESOR:

Mg. Bazán Robles Romel Darío (ORCID: 0000-0002-9529-9310)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA-PERÚ
2018**

Dedicatoria

Dedico a todas las personas que de alguna manera me alentaron durante este proceso en especial a mis padres y hermanos quienes me brindaron su apoyo incondicional. Mis padres son los principales cimientos para la construcción de mi vida profesional

Agradecimiento

A los Agradezco infinitamente a mis padres Aureo Prudencio Sudario y Aniceta Albino Huanca por el apoyo constante e incondicional.

Agradezco a mis hermanos Luis Gabriel Prudencio Albino y Miguel Ángel Prudencio Albino por alentarme a seguir adelante, por enseñarme a no rendirme a pesar de todos los inconvenientes.

Así mismo, agradezco a mis amigos de aula por acompañarme durante estos años gratos e inolvidables.

TABLA DE CONTENIDO

<i>Índice de Tablas</i>	<i>v</i>
<i>Índice de Figuras</i>	<i>vii</i>
<i>Resumen</i>	<i>ix</i>
<i>Abstrac</i>	<i>x</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	18
III. METODOLOGÍA	37
3.1 Tipología y diseño de investigación	38
3.2 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis Población	40
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	41
3.4 Procedimiento	42
3.5 Métodos de análisis estadístico	43
3.6 Aspectos éticos	44
IV. RESULTADOS	45
V. DISCUSIÓN	83
VI. CONCLUSIONES	88
VII. RECOMENDACIONES	90
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	<i>92</i>
<i>ANEXO</i>	<i>99</i>

Índice de Tablas

Tabla 1. Frecuencia – causalidad de la baja productividad – LAFQA.....	9
Tabla 2. Horarios de actividades en el LAFQA – UNALM.....	57
Tabla 3. Identificación de los equipos que frecuentemente presenta fallas	58
Tabla 4. Implementación de un mantenimiento preventivo.....	59
Tabla 5. Campana extractora N°1.....	62
Tabla 6. Campana extractora N°2.....	62
Tabla 7. Campana extractora N°3.....	63
Tabla 8. Centrifuga refrigerada N°4	63
Tabla 9. Campana extractora N°1.....	64
Tabla 10. Campana extractora N°2.....	64
Tabla 11. Campana extractora N°3.....	65
Tabla 12. Centrifuga Refrigerada N° 4.....	65
Tabla 13. Campana extractora N° 1.....	66
Tabla14. Disponibilidad.....	67
Tabla 15. Confiabilidad	68
Tabla 16. Productividad	69
Tabla 17. Eficiencia	70
Tabla 18. Eficacia	71
Tabla 19. Decisión de prueba p.....	73
Tabla 20. Descripción de la productividad pre – pos	74
Tabla 21. Prueba de Shapiro – Wilk.....	75
Tabla 22. Contrastación – hipótesis general	75
Tabla 23. Prueba – muestras relacionadas	76
Tabla 24. Descriptivos de la Eficacia pre – pos.....	77
Tabla 25. Prueba de normalidad – eficacia	78
Tabla 26. Comparando media de eficacia pre y pos con T–Student	78
Tabla 27. Muestras relacionadas	79

Tabla 28. <i>Media de la Eficiencia pre – pos</i>	80
Tabla 29. <i>Prueba – normalidad de la eficiencia</i>	80
Tabla 30. <i>Comparación de eficiencia pre y pos T-Student.</i>	81
Tabla 31. <i>Muestra relacionada</i>	82
Tabla 32. <i>Matriz de consistencia</i>	100
Tabla 33: <i>Matriz-Operacionalización</i>	101

Índice de Figuras

Figura 1. Grafica de la productividad de los los países más productivos en todo el mundo	3
Figura 2. En América latina, 10 países más productivos.	4
Figura 3. Diagrama Ishikawa (causas – baja productividad)	8
Figura 4. Diagrama de Pareto-origen-baja productividad LAFQA	10
Figura 5. Sistema Típico de Mantenimiento	25
Figura 6. Cuadro - análisis de Criticidad.....	27
Figura 7. Cuadro-Frecuencia de Fallas	28
Figura 8. Sistema Económico agregado valor al transformar entradas-salidas....	32
Figura 9. Diagrama de experimento y variable	38
Figura 10. Croquis de la ubicación de la UNALM	46
Figura 11. Estructura Organizacional de la FIAL	49
Figura 12. Mapa de proceso Facultad de Industrias Alimentarias	50
Figura 13. Flujograma para gestionar mantenimiento a los equipos.	52
Figura 14. Inventario-equipos del LAFQA-UNALM.....	53
Figura 15. Inventario de equipos del LAFQA-UNALM	54
Figura 16. Plan anual del LAFQA-UNALM	55
Figura 17. Hoja de registro para solicitar el servicio de mantenimiento.....	55
Figura 18. Hoja de solicitud de equipos.....	56
Figura 19. Diagrama de solicitud de equipos.....	57
Figura 20. Ficha para registrar uso de equipos	57
Figura 21. Diagrama de Pareto (mantenimiento de equipo)	59
Figura 22. Campana extractora	60
Figura 23. Centrifuga refrigerada.....	61
Figura 24. Plan anual LAFQA-UNALM.	66
Figura 25. Programa de mantenimiento establecido LAFQA-UNALM.....	67
Figura 26. Disponibilidad pre tes-post tes	68
Figura 27. Confiabilidad Pre-Pos	69
Figura 28. comparando- eficiencia pre-tes y pos-tes.....	70

Figura 29. comparando- eficiencia pre-tes y pos-tes.....	71
Figura 30. comparación del pre y pos tes de eficacia	72

Resumen

El principal objetivo del trabajo de investigación es determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento preventivo acrecienta la productividad de los equipos en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-UNALM, 2018. El estudio realizado tiene enfoque cuantitativo y aplicado, con diseño metodológico experimental de tipología cuasi experimental.

La población a estudiar está constituida por todos los equipos del laboratorio (30 equipos), la muestra de estudio son 4 equipos, la cual se realizó un muestreo por conveniencia y por la experiencia del autor, estos equipos serán evaluados 4 meses antes y después, tiempo en el cual se recolectarán datos de los equipos seleccionados. Las técnicas usadas para la recolección de datos son: la observación, la ficha para obtener los datos, fichas técnicas de los equipos, órdenes de servicio para atención a los alumnos, base de datos otorgados por el LAFQA.

Para procesar los datos se usó el programa SPSS 20 procesado la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk), en la cual se realizó la comparación de las medias. Se concluyó que al aplicar el mantenimiento preventivo incrementara la productividad de los equipos en un 18,4%, la eficiencia un 16,11% y la eficacia un 11,3%.

Palabras Claves: Productividad, Mantenimiento preventivo, eficiencia y eficacia.

Abstrac

The main objective of the research work is to determine to what extent the application of preventive maintenance increases the productivity of the equipment in the Laboratory for physical chemical analysis of food-UNALM, 2018. The study carried out has a quantitative and applied approach, with an experimental methodological design of quasi-experimental typology.

The population to be studied is made up of all the laboratory teams (30 teams), the study sample is 4 teams, which was sampled for convenience and based on the author's experience, these teams will be evaluated 4 months before and after, time in which data will be collected from the selected teams. The techniques used for data collection are: observation, the form to obtain the data, technical specifications of the equipment, service orders for the attention of the students, a database provided by the LAFQA.

To process the data, the SPSS 20 program was used to process the normality test (Shapiro-Wilk), in which the means were compared. It was concluded that applying preventive maintenance increased equipment productivity by 18.4%, efficiency by 16.11% and efficiency by 11.3%.

Keywords: productivity, preventive maintenance, efficiency and effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática

En la actualidad a nivel mundial la terminología mantenimiento ha evolucionado con el pasar del tiempo, así mismo se pueden diferenciar los tipos de mantenimiento por ejemplo el mantenimiento autónomo, preventivo, correctivo finalmente el mantenimiento productivo total. Las empresas cuentan con innumerables estrategias para poder aplicar las diversas actividades dentro del mantenimiento preventivo estas estrategias aplicadas para poder prolongar la vida útil de todos los activos tangibles entre ellos podemos manifestar los equipos y maquinarias , teniendo como objetivo mejorar la eficiencia de todos los equipos en una determinada línea de producción, las organizaciones en el mundo tienen como filosofía el mantenimiento, la calidad y los costos podemos referencias a los países líderes como Japón en la industria metalmecánica podemos citar en el parque automotriz, de igual manera en las diversas áreas manufactureras en el mundo , como en los diversos laboratorios donde desarrollan las diversas investigaciones para la confiabilidad de sus procesos es trascendental el mantenimiento preventivo. Considerando a nivel Latinoamérica el mantenimiento preventivo es eficiente en el desarrollo sostenible de las organizaciones en sus diversos procesos de manufactura podemos citar como Brasil, México países que exportan diversos productos y líderes en diversos sectores por considerar al mantenimiento preventivo desde el inicio de sus procesos, en el área de desarrollo e investigación del producto los equipos diversos perteneciente a los diversos laboratorio de diversas pruebas como pruebas físico químicos para los procesos de operaciones y procesos unitarios la política fundamental es el mantenimiento preventivo y con ello los márgenes de holgura cada vez son mínimos y teniendo una filosofía de calidad por excelencia.

A nivel nacional en el Perú las industrias manufactureras no tienen el enfoque integral al mantenimiento preventivo son pocas las organizaciones o industrias manufactureras que tienen como política o como plan estratégico al mantenimiento preventivo es por ello en sus diversos proceso, análisis de laboratorios cuantitativos y cualitativos contempla diversas variedades también podemos citar que existen organizaciones en el Perú que tienen dentro su plan estratégico el MP para mejorar

e incrementar la productividad con calidad, basados hacia la satisfacción del cliente, desde el inicio de sus procesos hasta el producto terminado o servicio final.

Según la revista Tecno empresa (2015) hasta el 17 de noviembre del 2015, una investigación australiana manifiesta que el mantenimiento preventivo previene las diversas averías futuras, minimiza los riesgos de los trabajadores, minimiza el impacto ambiental.

Respecto a la productividad se dice que es un factor sumamente importante para las empresas de diferentes procesos según Karla Flores se ha analizado el comportamiento de los negocios manufactureros, y la economía respecto a sus indicadores correspondientes. Business Insider, Expert Market considera el PBI en el manejo de los costos en función al mantenimiento preventivo (Párr.2).



Figura 1. Grafica de la productividad de los los países más productivos en todo el mundo

Según la revista Tecno empresa (2015) hasta el 17 de noviembre del 2015, donde se muestra el incremento de la productividad a lo máximo por países.



Figura 2. En América latina, 10 países más productivos.

Según la revista Tecno empresa (2015) hasta el 17 de noviembre del 2015, las empresas de América Latina pueden mejorar en cuanto a la productividad refiere que se debe considerar como actividad principal al mantenimiento preventivo. (Parr.1-9).

Sin duda en Perú aun no tomamos conciencia ni interés en cuanto al mantenimiento que requieren los equipos y la gran importancia que tienen en este caso la vida de las personas dependen de estos equipos. Así mismo los resultados que pueden obtener durante los ensayos son muy importantes ya que muchas veces los alumnos los aplican o los toma como referencia para investigaciones futuras.

Si bien es cierto para las empresas en general, la economía es uno de los factores de gran importancia, mientras que para el servicio de enseñanza lo más importante es tener los equipos a disponibles y que sean confiables en el momento de que el usuario requiera en este caso de los alumnos, docentes, entre otros y a la vez obtener como resultado datos verídicos. Motivo por el cual las entidades públicas y privadas del área de servicio de enseñanza deben considerar en su presupuesto el mantenimiento preventivo sin tener que llegar a un mantenimiento correctivo ya que

este podría traer como consecuencia obtener un equipo obsoleto o con las condiciones inadecuadas. La UNALM debería considerar el mantenimiento preventivo ya que estos son menos costosos por lo tanto no afectaría al presupuesto que brinda el estado, así mismo se obtendría productos y/o servicios con las características deseadas por el cliente cumpliendo los parámetros establecidos según las normas por lo tanto se estaría brindando un servicio de calidad, finalmente ser una de las universidades más competente en el mercado, nacionalmente e internacionalmente.

Los clientes en este caso docentes y alumnos de industrias alimentarias, laboratorio de análisis físico-químico de alimentos , exigen la disponibilidad de los equipos en el momentos de su requerimiento y la confiabilidad durante su proceso, por ello es necesario que en un periodo determinado los equipos, máquinas e instrumentos se le realice un mantenimiento autónomo y lo principal mantenimiento preventivo lo cual se evidencia con los informes técnicos de dicho mantenimiento que se realizan de acuerdo a un plan de mantenimiento establecido garantizando la operatividad del equipo durante el proceso de utilización para evitar retraso de los servicios de enseñanza y a la vez los equipos sean confiables. En nuestro país solamente las grandes empresas son las que toman con mucho interés el mantenimiento preventivo ya que para los demás es un gasto en vano.

A nivel local la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), fue fundada hace 115 años así mismo la facultad de industrias alimentarias fue creada hace 50 años, la facultad cuenta con 6 laboratorio que brinda servicios de enseñanza y análisis a terceros sin embargo los equipos no disponen de un plan de mantenimiento, por ello se realizó este trabajo de investigación mediante la cual se tratara cuán importante es un MP para tener en buen estado y sean confiables durante el servicio de enseñanza a los alumnos de pregrado, docentes y otros de la UNALM que brindan dichos laboratorios en específico el laboratorio de análisis físico químico de alimentos. Los mantenimientos lo realizan personas terceras así como : Cimatec, Kossodo, Química Suiza, Reles, Grupo C3, entre otras y otras empresas que no son certificadas ni acreditadas pero por motivo de precio muchas veces quienes realizan el mantenimiento preventivo son dichas empresas, sin embargo

los resultados del mantenimiento no son confiables por lo menos para el usuario por que el equipo suele presentar fallas durante el proceso de análisis en las prácticas de laboratorio teniendo como consecuencia el retraso y formando cuellos de botella ya que el uso de equipos son previamente programados por los diferentes cursos.

Debido a la demanda de las prácticas de análisis, de enseñanza y las investigaciones en el laboratorio de análisis físico químico de alimentos de la UNALM es de suma importancia la implementación de un programa o plan de mantenimiento de equipos, con el objetivo de mejorar la productividad e incrementar la eficiencia-eficacia de los equipos, cumpliendo con los servicios que se brinda a los estudiantes, docentes, otros, en diferentes tipos de análisis.

Los equipos que se usan frecuente mente en el laboratorio son las campanas extractoras, el digestor, consecuentemente suele generarse la falla de la campana extractora de aire, este es un equipo que ayuda a expulsar los gases y/o que de generan de las reacciones químicas los cuales son tóxicos para el usuario y los malos olores al medio ambiente, sin embargo no existe un mantenimiento preventivo el cual debe ser mínimo 2 vez al año de acuerdo al uso que se le da durante los análisis y las practicas programadas. El mantenimiento de este equipo se le da cuando empieza a presentar fallas, esto es debido a que su mantenimiento es muy costo por lo tanto se le realiza directamente un mantenimiento correctivo los mismo sucede con la campana extractora. Cabe resaltar el gran prestigio que tiene la universidad a nivel nacional e internacional, tanto por los servicios, producto y alumnos egresados, motivo por el cual es importante aplicar un MP para los equipos más críticos de los laboratorios para una mayor confiabilidad y disponibilidad de los usuarios e incrementar y mejorar la productividad en cuanto al servicio de enseñanza e investigación.

El laboratorio tiene diversos inconvenientes al momento de la realizar los ensayos, así como: los equipos no tienen mantenimiento constante por ende suelen malograrse muchas veces durante los análisis lo cual genera perdida de los insumos porque hay ensayos que deben ser continuos sin parada alguna por lo

tanto cuando se da la falla de la maquina se realiza nuevamente todo el proceso para el análisis, así mismo también algunos de los equipos no están ubicados adecuadamente, en algunos casos hay escases de capacitación al personal para uso de equipos, ambiente de trabajo inadecuado, orden inadecuado y falta limpieza en el momento de realizar los ensayos, esto se da debido a que no hay un procedimiento establecido, protocolos, sin embargo dicho laboratorio no cuenta con un personal de limpieza, falta de un personal para el área, demasiada carga laboral, no hay un manual de procedimiento . Según de la cruz Sarmiento (2014), indico que: casi siempre se encuentran 4 no conformidades menores y se determinó que el laboratorio funciona bajo un sistema de gestión y cumple con la mayoría de requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2006.

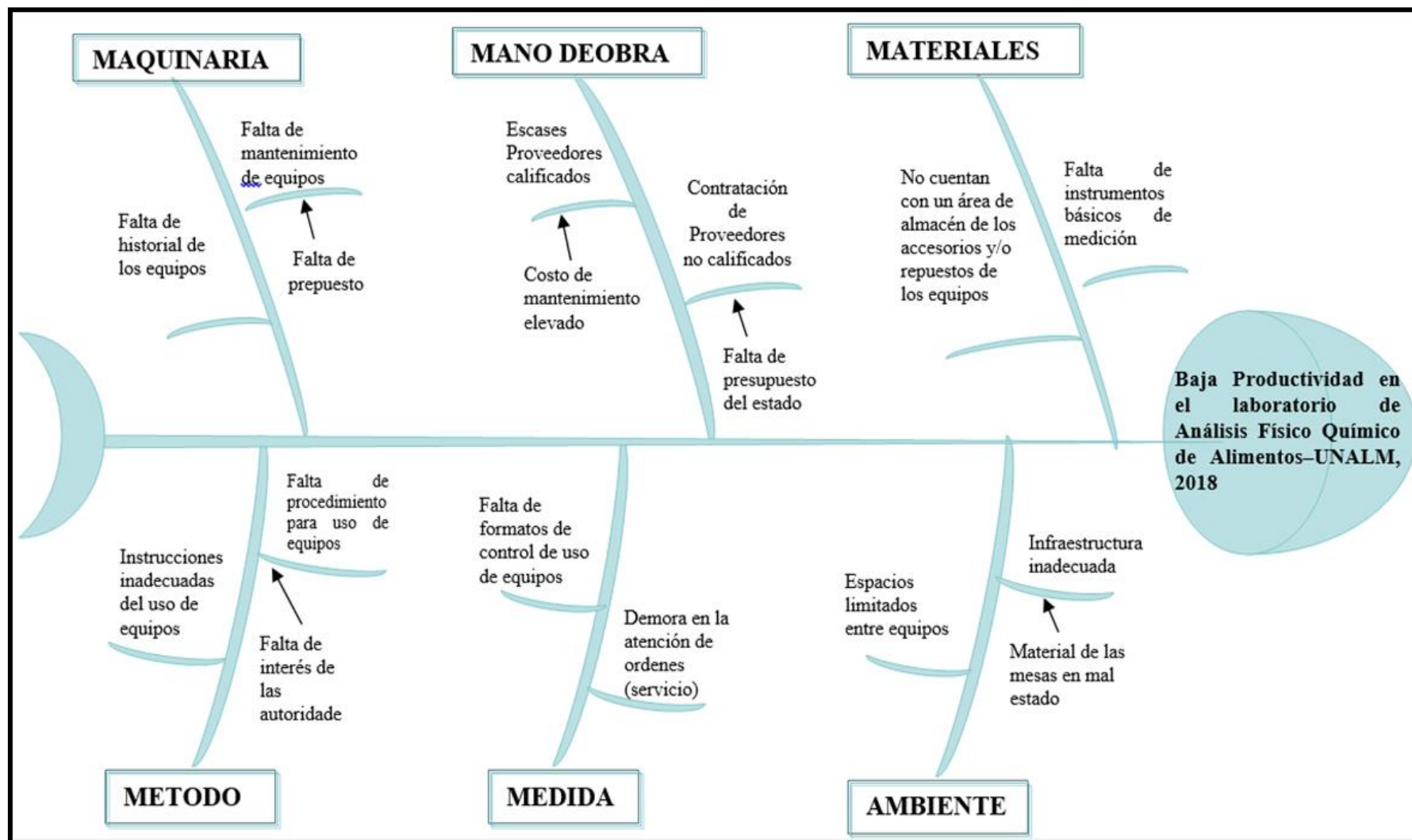


Figura 3. Diagrama Ishikawa (causas – baja productividad)

Para determinar las causas más frecuentes se ha realizado el diagnostico de los problemas que genera el bajo nivel de productividad. En la taba N°1: identificamos las principales causas.

Tabla 1. Frecuencia – causalidad de la baja productividad – LAFQA

DIAGRAMA DE PARETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA-FIA					
N°	Problema	Fallos	Frecuencia Acumulada	%	Acumulado
1	Falta de mantenimiento de equipos	70	70	14%	14%
2	Falta de historial de equipos	65	135	13%	27%
3	Demora en la atención de las ordenes de servicio	60	195	12%	39%
4	Falta de procedimiento para uso de equipos	57	252	11%	50%
5	Falta de formatos de control de uso de equipos	55	307	11%	61%
6	No cuentan con un área de almacenamiento de accesorios y repuestos	48	355	10%	71%
7	No cuentan con repuestos de los equipos	45	400	9%	80%
8	Contratación de proveedores no calificados	43	443	9%	89%
9	Instrucciones inadecuadas de uso	25	468	5%	94%
10	Infraestructura inadecuada para los equipos	15	483	3%	97%
11	Espacios limitados entre los equipos	10	493	2%	99%
12	Falta de instrumentos básicos de medición	7	500	1%	100%
		500			

Fuente: Elaboración propia.

Para Gutiérrez (2010) explicó: “La grafica de Pareto es un gráfico fundamental para un análisis. (p. 179).

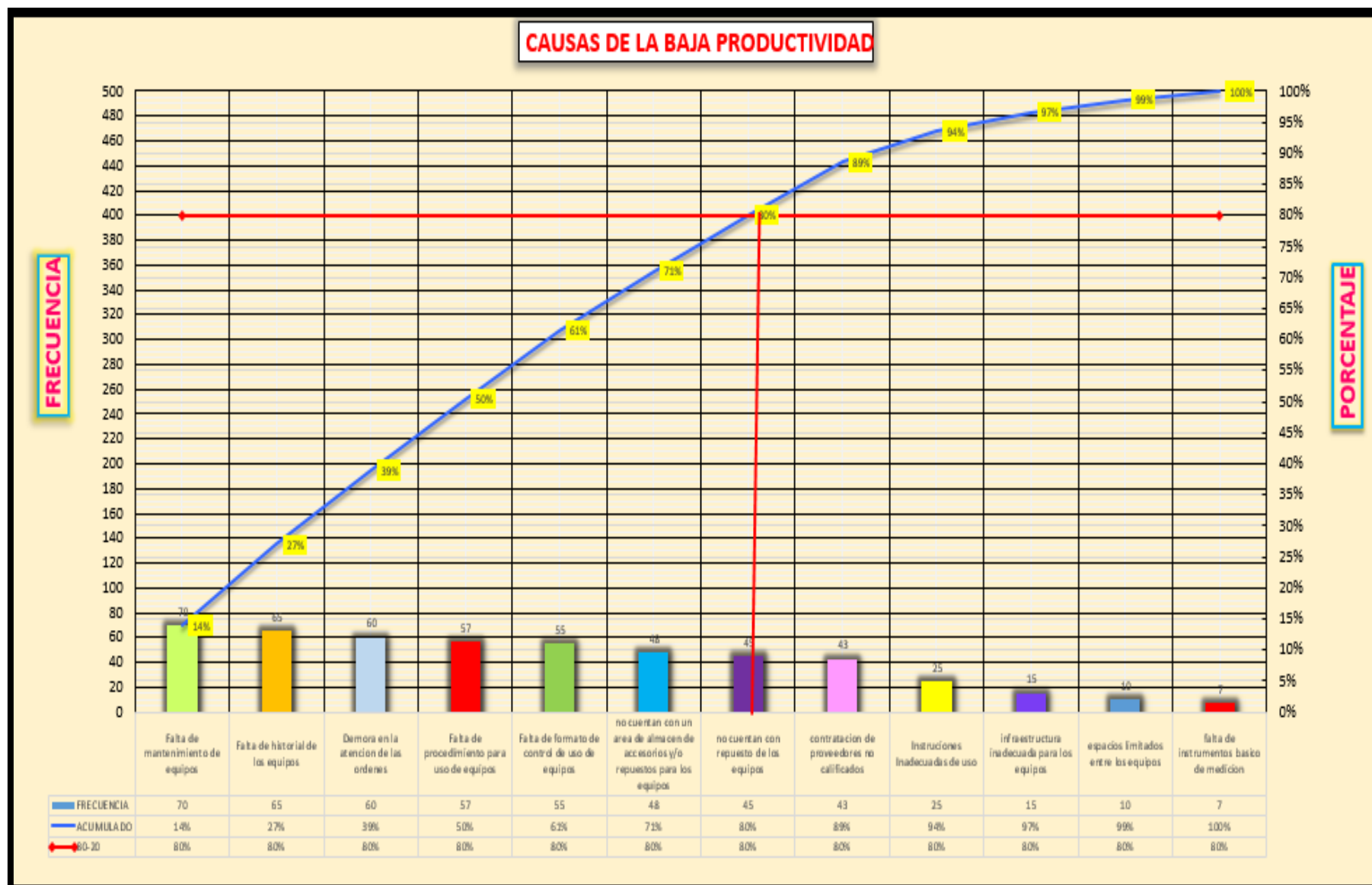


Figura 4. Diagrama de Pareto-origen-baja productividad LAFQA

Problemas Generales

¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos- UNALM 2018?

Problemas Específicos

¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la eficiencia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-UNALM 2018?

¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la eficacia en el área de almacén en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-UNALM 2018?

Apología de estudio

Hernández, Fernández y Baptista (2014), define: “por qué realiza la investigación, mencionando sus razones” (p. 207).

En esta investigación el estudio fue necesario e importante ya que en las universidades públicas se desinteresan en realizar el mantenimiento preventivo a los equipos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.207).

Teórica

Según Sánchez y Blanco (2014):

Mediante el análisis de los temas tratados en el campo de la gestión por procesos, se pretende conocer, en primer lugar, cuáles son los más comunes e importantes y, en segundo lugar, identificar nichos no explotados que puedan plantearse como futuras líneas de investigación (p. 63).

Según teoría, se justifica que mediante una la elaboración adecuada de un instrumento será útil, para recolectar datos; por lo tanto, es importante conocer la definición de la teoría (Sánchez y Blanco, 2014, p.63).

Metodología

Según Bernal (2010), definió que: “sucede cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o estrategia genera conocimientos válidos y confiables” (p.107).

La investigación planteada contribuye metodológicamente porque permite obtener informaciones reales y fiables de cada variable, para un mayor nivel de investigación académico, además lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos, para ello se utilizó la técnica de la observación directa y la hoja de observación. Producto de tal los resultados servirán para futuros estudios que puedan tomar como evidencia y contrastar el mismo para seguir profundizando en los temas mencionados con el enfoque que se ha desarrollado.

Objetivos

Objetivo general

Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos- UNALM, 2018.

Objetivos específicos

Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos- UNALM, 2018.

Determinar en qué medida la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la eficacia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos- UNALM, 2018.

Hipótesis

Hipótesis general

La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa significativamente la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos- UNALM, 2018.

Hipótesis específicas

La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa significativamente la eficiencia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos- UNALM, 2018.

La aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora significativamente la eficacia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos- UNALM, 2018.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Antecedentes internacionales

Para Hernández, Camargo y Martínez (2013), su artículo denominado: "Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda".

Su objetivo fue evaluar los efectos de la metodología 5S sobre productividad, seguridad industrial, clima organizacional y calidad antes y después de su implementación. Desarrollo un tipo de investigación aplicada.

Figuroa (2015), tesis titulada: plan de mantenimiento óptimo para equipos críticos de una planta de laminación:

El objetivo del presente trabajo es definir el plan de mantenimiento adecuado para los equipos críticos de una planta de laminación de metales. Seguidamente se realizó el estudio y se definió un plan de mantenimiento preventivo para todos los equipos críticos ya analizados, sin embargo, no es posible generar un plan detallado debido a la falta de datos precisos para los componentes de cada equipo, por ello, en primer lugar se generó un análisis de sensibilidad para esclarecer cuál es el horizonte de aplicación de los planes de mantenimiento definidos (según los costos utilizados). Además, se ha estudiado la frecuencia óptima de inspección para cada equipo. Es decir, inspecciones visuales, auditivas o en base a sensores que no impliquen un gran costo o la detención del equipo. En conclusión, los resultados obtenidos para cada equipo son los siguientes: - Ventilador aire combustión: Mantenimiento preventivo cada 15 días / 6 inspecciones preventivas mensuales. - Sistema Kick-Off: Mantenimiento preventivo cada 68 días / 4 inspecciones preventivas mensuales. - Lubricación Tren de Desbaste: Mantenimiento preventivo cada 85 días / 4 inspecciones preventivas mensuales. - Lubricación Tren Medio: Mantenimiento correctivo / 6 inspecciones preventivas mensuales. - Motor del Monoblock: Mantenimiento preventivo cada 29 días / 11 inspecciones preventivas mensuales. - Sistema Neumático: Mantenimiento preventivo cada 106 días / Inspección preventiva mensual. Por otra parte, se estima que existirá un 25% de ahorro en el costo total de mantenimiento para el total de equipos críticos estudiados en el trabajo de investigación.

Ibarra y Santos (2017) "Plan de Mantenimiento a Maquinarias y Equipos Basado en los Estándares de Calidad para la "planta piloto" en la carrera de ingeniería industrial de la universidad técnica de Manabí". Para optar el título Profesional como ingeniero industrial. Su objetivo fue identificar las maquinarias y equipos existentes en la planta piloto en la carrera de ingeniería industrial, así mismo elaborar un registro informático (Excel) de las actividades de mantenimiento desarrolladas en la planta piloto, aplicando las normas ISO 9000 con el afán, de proponer un cronograma de mantenimiento técnico para un óptimo rendimiento y operación de las maquinarias y equipos.

El método utilizado en dicha tesis, fue descriptivo ya que este tipo de investigación se ocupa de la descripción de datos y características de una población, y el objetivo de esta es la adquisición de datos que posteriormente pueden usarse en trabajos relacionados al objeto de estudio planteado en esta investigación, el análisis y presentación de datos, basado en una estrategia de recolección directa de la realidad de las informaciones necesarias para la investigación. Finalmente se pudo concluir que las capacitaciones impartidas a los futuros profesionistas de la carrera de industrial en el buen manejo de las maquinarias y equipos no están siendo discernidos de manera adecuada, además de que no se cuenta con personal calificado y la infraestructura necesaria para atender las necesidades del mantenimiento. La puesta en práctica del plan de mantenimiento es una medida preventiva que evitara que se produzcan paros, fallas o averías en cada maquinaria o equipo, logrando con esto mantenerlos operativos y prolongando la vida útil de los mismos. En cuanto a la disponibilidad de los equipos se empleó la herramienta Efectividad Global del Equipo (OEE) que se basó al cálculo de la disponibilidad, rendimiento y calidad de cada equipo de las estaciones de bombeo, como resultado se obtuvo que el OEE del proceso es de un 88%; esto implica que se lo denomine al proceso como bueno y además que la empresa tiene una buena competitividad.

Parrales y Tamayo (2012), tesis titulada "Diseño de modelo de gestión estratégica para incrementar la productividad y calidad aplicado a una planta procesadora de

alimentos equilibrada". Su principal objetivo fue incrementar la competitividad de la empresa mediante la mejora de la Productividad y Calidad de sus operaciones, llevando a cabo la planificación, medición, análisis y mejora de sus procesos, que se basa en el uso de modelos estadísticos. Desarrollo un tipo de investigación aplicada. Además, los autores concluyeron que implementando el modelo de gestión planteada interrelaciona todos los medios de control, pudiendo ser los indicadores de desempeño o control estadístico de procesos; el primero está orientado a mejorar la eficacia y eficiencia del sistema mientras que el segundo, con fines de mejorar la calidad del producto y una mejora notable en la productividad de la organización.

Selwyn, Razal, Aatthisugan y Bibin, (2017) en su artículo científico "Implementation of 5S in sales warehouse". Su objetivo fue mejorar la eficiencia del almacén de ventas de una industria manufacturera mediante la implantación de la metodología 5s. Desarrollo un tipo de investigación aplicada, así mismo los autores concluyeron que se logró una mejor utilización del espacio usando 5S. Artículos innecesarios fueron eliminados. Se estableció una limpieza adecuada y se observó una mejora progresiva a partir de la auditoría. Este proyecto demuestra que los principios Lean pueden ser aplicado con éxito al almacén también aparte de la fabricación.

Antecedentes nacionales

Chávez y Espinosa (2016), "Propuesta para la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Disponibilidad de los equipos de la planta de alimentos de la empresa minera la zanja S.R.L.", Tesis para optar al Título de Ingeniero Industrial de la UPN, su objetivo fue incrementar la disponibilidad de los equipos para esto, se realizó la recolección de información a través de una visita técnica in situ para realizar la recolección de información, utilizando técnicas como la observación de los equipos en cada área, la entrevista con los operadores de los equipos, los supervisores de la planta de alimentos y reunión con el área de servicios generales encargados del mantenimiento de los equipos mencionados. Al comparar los resultados promedio de seis meses para la disponibilidad de equipos críticos, se obtiene un aumento significativo en este indicador: calentador industrial

de 77,38% a 90,92%, cámara de congelación de 81,60% a 88,04%, cámara de fermentación de 73,69% a 90,48% , cambiar horno de 75,17% a 90,28% y arrastrar lavavajillas de 79,03% a 91,81%. Estos resultados se obtuvieron por la reducción significativa del indicador MTTR, la frecuencia mensual de fallas de los equipos y el aumento también significativo del MTBF, al realizar el mantenimiento continuo de los equipos. Para la implementación del proyecto de investigación, el monto de S /. 52,256.00, haciendo un análisis de sensibilidad obtenemos como indicadores el Valor Actual Neto (VAN): S /. 20.276,89 y Tasa Interna de Retorno (TIR): 29,61%, para un período de 5 años con 2015 como año de implementación. De los resultados de los indicadores se concluye que el proyecto es rentable para su puesta en marcha e implementación, se logra reducir los costos de mantenimiento de los equipos y aumentar la productividad, como resultado de la mayor disponibilidad de estos.

Rodríguez (2016) su trabajo de investigación titulada “La Aplicación del MPT aumenta la productividad en las líneas de producción de empaques de caucho en la empresa A y V servicios Industriales S.A.C”.

El principal objetivo fue: aplicar el MPT para aumentar la productividad en el área de empaques-caucho en la empresa (A y V Servicios Industriales SAC), realizando mediciones 30 días antes y 30 días después de la implementación, 8 horas diarias. Se obtuvieron los datos durante el tiempo de funcionamiento de las máquinas, aplicando la técnica de la observación, se llevó a cabo haciendo uso de instrumentos (fichas y cronometro). La información obtenida fue procesado en Excel y el Spss. Finalmente, se concluyó que aplicando el MPT se mejora e incrementa la Productividad en un 12.26%, Eficacia en 9.47% y un 2.6% en la Eficiencia.

Para Altamirano y Zavaleta (2016), tesis: "Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa naylamp - Chiclayo 2016"

La investigación es tipo descriptiva aplicada, diseño no experimental. La población a estudiar fue un total de 39 máquinas de la empresa, la muestra es no probabilística por conveniencia y estuvo conformada por las máquinas del área de producción. Se utilizaron las técnicas de análisis documental, observación y entrevista; También se utilizaron instrumentos como la ficha técnica, guía de observación y hoja de registro, con sus respectivos formatos, se inició un diagnóstico para conocer cómo el mantenimiento

preventivo permite tener un mayor grado de confiabilidad de las máquinas y aumentar la productividad, luego Como resultado tenemos que la empresa pierde 7449 litros de alcohol en un mes, concluimos que tener el equipo en correcto funcionamiento ayuda a mejorar la productividad de la línea de producción y recomendamos que la empresa realice capacitaciones al personal en el área de mantenimiento y mediante un mejor conocimiento, puede colaborar con la minimización de fallas en los equipos.

Olivera y Henry (2015) su tesis: "MPT- área mantenimiento de grupos electrógenos para aumentar su productividad en los servicios -Lima, 2015". Lima, Perú UCV, 130pp.

El objetivo de la investigación fue determinar cómo el TPM una vez implementada mejora la productividad, efectividad y la eficiencia en el área de los grupos electrógenos. La investigación es de tipología aplicada-cuasi-experimental, utilizando como técnica el análisis de los datos estadísticos, la recolección de información a la muestra de estudio fue realizada 6 meses antes y 6 meses después del mantenimiento. Finalmente, el investigador concluye que la implementación del mantenimiento productivo total, aumento la productividad (eficiencia en un 22% y efectividad en un 15,4%).

Gonzales (2016) su tesis "Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa la Third s.a.c". Optar al título profesional de Ingeniero Industrial, de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

El objetivo general del proyecto fue: proponer el mantenimiento preventivo y planificado de la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C. El método utilizado fue el programa de mantenimiento propuesto, que describe la ficha de activo del equipo, donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento. El resultado que se obtuvo es el desarrollo de un Programa de Mantenimiento Preventivo, que garantiza la confiabilidad del equipo o seguridad operacional, y por supuesto el aumento en la capacidad del equipo para funcionar en un momento dado y aumentar la capacidad de operar sin producir Daños materiales y laborales. El equivalente en el proceso actual por semana de ladrillos tipo estándar es de 410,557 mil por semana, con la propuesta propuesta es de 459,824 mil, lo que hace una diferencia de 49,266 mil por semana, dependiendo del ladrillo a producir, teniendo un incremento en la producción. Para cada tipo de ladrillo es un promedio del 12%.

Silver (2017), trabajo titulado: "La aplicación de MP aumenta la productividad en la zona de energía de Cia-Ericsson SA-Lima, 2017". Su objetivo fue determinar en qué medida la aplicación de MP mejora y acrecienta la productividad en la empresa.

Se aplicó un diseño cuasi-experimental, se utilizó el análisis de datos estadísticos para procesar la información. Los instrumentos usados fueron las fichas, la validación se realizó mediante juicios de expertos, la muestra a estudiar fue conformada por los equipos de aire acondicionado, el seguimiento se realizó durante 6 meses antes y después teniendo en cuenta el indicador del índice de cumplimiento de mantenimiento. Finalmente, el investigador concluyó que al aplicar el MP, mejoró la productividad 22,6% (eficiencia en 12,4% y eficiencia en 9.2%).

Teorías relacionadas al tema de investigación

Variable Independiente: MP

Según Gil (2016), determino: “es el conjunto de actividades y acciones para prolongar mayor duración de todos los activos (equipos), de igual manera con el objetivo de garantizar la confiabilidad y el funcionamiento de los activos (p.1).

Variable dependiente: Productividad

Según Cruelles (2013); sostiene que: “es la relación de la eficiencia y la eficacia, basado en los diversos indicadores y ratios para ello se debe utilizar enfoque integradores de los diversos factores, recursos con la finalidad de realizar el cumplimiento de su razón de ser y objetivos de una organización (p.10)”.

Marco teórico

Variable independiente: Mantenimiento

Según García (2010), definió que: “Tiene como objetivo de realizar las correcciones básicas “(p.1).



Figura 5. Sistema Típico de Mantenimiento

Según Díaz y Ruiz (2012), existen 3 tipos de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo: cuyas condiciones permiten mantener dentro de unas condiciones aceptables, las condiciones de funcionamiento, el mantenimiento correctivo: cuyas operaciones están destinadas a la reparación o corrección de averías y finalmente el mantenimiento predictivo que consiste en la predicción según la cual a partir de las variables físicas que actúan se puede predecir (p.35).

Según Díaz y Ruiz (2012), manifiesta: “que el principal objetivo del mantenimiento es prevenir, predecir y/o corregir esta para su óptimo funcionamiento durante su vida útil” (p. 35).

Según Boero (2014), indicó: “que el mantenimiento preventivo está relacionado estrictamente con la calidad, con el costo y con la seguridad del personal y el ambiente” (p.9).

Según García (2010), sostiene: “que el mantenimiento tiene como objetivo realizar la gestión de la programación de las diversas correcciones” (p.17).

Según Alpizar (2008), sostiene: que es el proceso de realizar las actividades de mantenibilidad de los equipos con la finalidad que operen a su máxima eficiencia desde el punto de vista evitando fallas durante la producción de un bien o servicio, este proceso requiere un compromiso desde la alta dirección hasta la línea de soporte o apoyo, para ello debe existir una buena programación respecto a la política de gestión (p.194).

Según Olives (2016) sostiene: “que son las intervenciones ejecutadas de forma periódica a través de un cronograma en un determinado equipo con el objetivo de optimizar los costos, y las paradas reactivas” (p.6).

Según Integra Markets (2018), sostiene: “que esta actividad tiene como finalidad prevenir las ocurrencias de las averías para ello se debe realizar la planificación con anticipación considerando todos los recursos de acción” (p. 35).

Según Baca (2012), sostuvo: “al desarrollar el mantenimiento según la

programación se previene las paradas de las maquinas, se reduce los costos de producción y se mejora los atributos del producto” (p. 200).

Según Díaz y Ruiz (2012) manifestó: “el objetivo principal de mantenimiento es el correcto funcionamiento de las instalaciones permitiendo mantener dentro de unas condiciones aceptables las condiciones de funcionamiento, protección y durabilidad.” (p.37).

Análisis de Criticidad

Según García (2010), sostuvo: que las organizaciones para tener los equipos eficientes en planta deben destinar presupuestos necesarios igual manera debemos analizar al equipo mediante una planificación para poder tener un análisis de criticidad en los equipos como: equipos crítico, equipos importantes, equipos prescindibles.

Para calcular la criticidad se debe aplicar la siguiente tabla:

NC: No críticas (Tolerables)

MC: Mediana criticidad (Importantes)

AC: Alta criticidad (Críticas)

Frecuencia	4	MC	MC	AC	AC	AC
	3	MC	MC	MC	AC	AC
	2	NC	NC	MC	AC	AC
	1	NC	NC	NC	MC	AC
		10	20	30	40	50

Figura 6. Cuadro - análisis de Criticidad

Detallamos la siguiente ecuación para el análisis de la criticidad.

Criticidad: frecuencia x consecuencia

Consecuencia: $A + B$

Donde:

A Impacto operacional x Flexibilidad operacional.

B Costo de mantenimiento + impacto en seguridad, ambiente e higiene.

FRECUENCIA DE FALLAS	
Una falla máxima por día	4
Una falla máxima por semana	3
Una falla máxima por trimestre	2
Menos de una falla por año	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2
Función de repuesto disponible	1
IMPACTO OPERACIONAL	
Pérdida de todo el despacho	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacto en niveles de inventario o calidad	4
No generar ningún efecto significativo sobre la operación y producción	1
IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere de notificación a entes externos de la organización	8
Afecta el ambiente y/o instalaciones	7
Afecta instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores en seguridad y ambiente	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones y ambiente	1
COSTO DE MANTENIMIENTO	
Mayor o igual a \$ 1000.000	2
Inferior a \$ 1000.000	1

Figura 7. Cuadro-Frecuencia de Fallas

Ventaja y desventaja del mantenimiento preventivo

Según Matos Torres (2014) sostiene: “que mantenimiento preventivo tiene el control de las paradas y de la conservación de los equipos” (p.50).

Dimension1: Confiabilidad

Según García (2012), explico: “que es un sistema que cumple con la razón de ser

de una organización en este sentido de las condiciones de sus activos en un determinado periodo; la confiabilidad es el análisis y el estudio de los incidentes de los equipos, podemos decir un equipo sin falla es un equipo confiable” (p.130).

Según Arques (20019) sostiene: “que es la probabilidad que un equipo tiene una constancia correcto de funcionamiento durante una programación de producción bajo las condiciones determinadas” (p.3).

Según Rodríguez (2008), sostuvo: “que todos los equipos dentro de una línea producción o servicio deben desarrollar su operatividad en función a la planificación de la producción considerando los cronogramas” (p.6).

Duffuaa (2009, p.76) sostiene: “que los equipos deben estar operativos en el momento de la ejecución dentro de una línea de producción” (p.6).

$$MTBF = \frac{S - D}{F}$$

Donde:
 S : Tiempo de producción programado.
 D : Tiempo muerto, en días.
 F : Numero de fallas.

Según Mora (2016), sostiene: “que son las funciones claves para el desarrollo eficiente de los equipos, logrando un buen desempeño en todas las condiciones normales de operación en entonces contempla cuatro características la probabilidad, desempeño, periodo y condición”. (p.40).

Según Crespo (2010), sostiene “que es un indicador respecto al tiempo promedio considera como unidad de medición: tiempo, hora, mes, día, etc.” (p.31).

$$MTTF = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{TTF}{n}$$

Donde:
 TTF : Tiempos operativos hasta el fallo.
 n : # total de fallos en periodo evaluado.

Según Crespo (2010), sostiene que la constancia o frecuencia es el indicador de la fiabilidad que mide la cantidad de fallas en un determinado periodo (p.31).

$$FF = \frac{1}{MTTF}$$

Donde:

MTTF : Tiempo promedio operativo hasta el fallo.

Dimensión 2: Disponibilidad

Según Arial (2016) sostiene: “que es la actividad que se encuentra disponible para su uso durante un determinado periodo” (p. 6).

$$FF = \frac{MTTF}{MTTF + MDT} \cdot 100\%$$

Donde:

MTTF : Tiempo promedio operativo hasta el fallo.

MDT : Tiempo promedio fuera de servicio.

FF : Frecuencia de fallos.

Según Duffua (2009), sostiene: que la programación es importante para lograr los propósitos de la organización dentro de su plan acción que debe tener la disponibilidad de los activos, para ello debemos considerar los indicadores del tiempo de producción y del tiempo muerto o tiempos improductivos (p. 285).

$$A = \frac{S - D}{S} \cdot 100$$

Donde:

A : Disponibilidad.

S : Tiempo de producción programado.

D : Tiempo muerto en días.

Según Rodríguez (2008) sostiene que es el parámetro fundamental relacionado al mantenimiento, por brindar ciertos indicadores respecto a la capacidad de disponibilidad y capacidad de confiabilidad para el logro de la productividad según los tiempos establecidos dentro de las estrategias establecidas dentro de un sistema (p. 5).

Disponibilidad (D):

$$D = \frac{T_0}{T_0 + T_p}$$

Donde:

T_0 : Tiempo total de operación.

T_p : Tiempo total de parada.

Según Olives (2016) sostiene que los objetivos elementales del mantenimiento basado en la confiabilidad es garantizar la disponibilidad que los equipos dentro de

las instalaciones, minimizar las averías, reducir los costos, mejorar los procesos, optimizar los diversos recursos relacionados a la manufactura (p. 30).

Método para aplicar el mantenimiento preventivo

Según Roja (2016), sostiene que todos los procedimientos se desarrollan en función de las actividades previstas con la finalidad de evitar los defectos o fallas de los equipos para ello debemos contemplar los lineamientos como la identificación y asignación de un código, trabajar con cuadro de mandos, se debe aplicar algunas herramientas básicas de calidad como Pareto y porque no decir causa-efecto (p. 13)

Variable dependiente: Productividad

Según Hernández(2012), sostiene: que es la combinación de los recursos hombre-máquina, recursos financieros , que estos recursos son utilizados para mejorar la eficiencia , eficacia dentro del desarrollo de manufacturas, y debe estar enfocado hacia la optimización con la finalidad de hacer sostenible la gestión en la línea de operaciones, y el impacto hacia la alta dirección cumpliendo con el plan de producción, basado en la creación de valor , orientado a la calidad por excelencia y el cumplimiento de todos los atributos del producto y el servicio considerando la combinación de los recursos (p. 19).

Según Huertas, Rubén y Domínguez (2015) sostiene que la productiva se puede manifestar en diversos indicadores como en porcentajes, la productividad es el grado de satisfacción requeridos por la alta dirección en un periodo determinado (p. 66).

Según Tejero (2013), sostiene: que la productividad tiene un enfoque sistémico por

la relación o la interrelación que tiene las entradas de los diversos materiales, el proceso en si por las diversas actividades manufactura y la salida de los productos terminados o los servicios satisfactorios (p. 34).

Según Carro y Gonzales (2012), sostiene: “que es un indicador relacionado a la producción para ello contemplar la relación de tiempo y cantidad producida” (p.3).

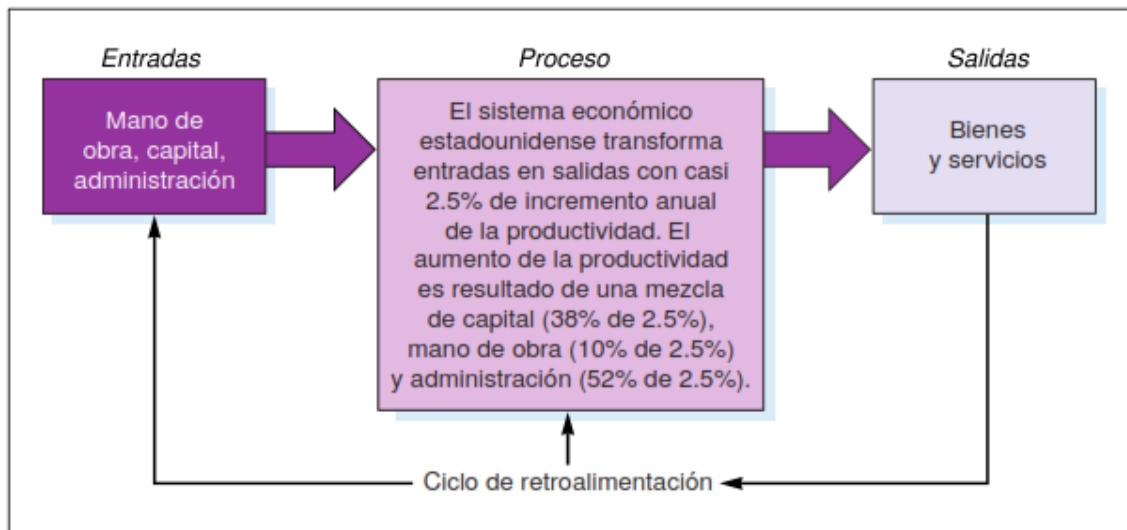


Figura 8. Sistema Económico agregado valor al transformar entradas-salidas

¿Cuán importante es la Productividad?

Según Niebel y Freivalds (2014, p.1) sus puntos de vista son:

Los cambios importantes en el entorno empresarial de los procesos y la globalización exigen a las industrias mejorar constantemente sus productos, por ello el sector empresarial debe mejorar su gestión de procesos desde la alta dirección, interrelacionando las redes de diversos proveedores con el objetivo de satisfacer el entorno empresarial.

Tipos de productividad

Productividad Parcial

Para Gutiérrez (2014, p. 382), “Cantidad total producida, a su vez está relacionado a los índices de eficiencia y eficacia”.

Productividad total

Según Gutiérrez (2014), manifiesta que: “Se encuentra interrelacionado con procesos, tareas y las actividades para obtener un producto terminado, relacionado en su totalidad a los recursos utilizados y los productos obtenidos” (p. 383).

Dimensión: Eficiencia

Gutiérrez (2014), define que, “es el resultado obtenido a través de recursos aplicados en los procesos productivos dentro de una línea de producción” (p.20).

Según Carro y Gonzalo (2012), sostiene: “que es un indicador que relaciona el tiempo y la cantidad de la producción dentro de los procesos eficientes $\text{Productividad Total} = (\text{Producción Real} / \text{Producción Estándar})$ ” (p.7).

Según Cruelles (2013), sostiene que: “es el uso adecuado de los recursos programados en la producción dentro del cumplimiento del cronograma establecido” (p.10).

Tal como señala el autor la eficiencia va relacionar recursos y producción, un

ejemplo sería el recurso tiempo, de la cual se desprendería tiempo estándar de ejecución y tiempo real de ejecución de una actividad, es así como se obtendría la eficiencia de esa operación (Gutiérrez, 2014, p.20).

Según García (2011), sostiene: “que es el logro de la empleabilidad de todas las fuentes de producción en un tiempo determinado por la planificación establecida” (p.16).

Según García (2006), sostiene: “que se debe efectuar las actividades de proceso de manera correcta pero considerando los recursos mínimos. Porcentaje de eficiencia = $(\text{Capacidad usada} / \text{Capacidad disponible}) \times 100$ ” (p.28).

En efecto se mide el grado de la eficiencia, con el objetivo de minimizar y controlar los recursos empleados para la operación (García, 2006, p.28)

Para Koontz y Weihrich (2008), explico que: “está referida al uso o disposición de recursos para alcanzar un final deseado o resultado” (p. 15).

Según Giral, Giral y Giral (2017), explico que: “La eficiencia es la capacidad de cumplir los objetivos con un número racional de recursos” (p.20).

Cervera (2011), manifiesta que: “En las organizaciones también usan el término de eficiencia como un sinónimo de productividad en la relación de productos e insumos, medio de comparación y evaluación de la organización” (p. 30).

Dimensión 2: Eficacia

Según Medianero (2016), sostiene: “que es la incidencia de los resultados logrados y los objetivos trazados” (p 38).

Según Gutiérrez (2014), sostiene: “que es la meta de los objetivos plasmados, dentro del sistema de producción, Así mismo puede entenderse como la relación entre los objetivos conseguidos y los objetivos programados inicialmente” (p.20).

Según Cruelles (2013) explicó: “sostiene que es la cúspide del éxito de hacer las actividades de manera correcta, para llegar a los objetivos planteados” (p.10).

Según García (2011) sostiene que la eficacia determina los resultados para realizar la toma de decisiones correspondientes respecto a la producción lograda entre las metas trazadas (p.17).

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Productos Logrados}}{\text{Meta}}$$

Según Giral et al. (2017), definió que: “Es la capacidad de lograr el efecto deseado después de realizar una acción” (p. 20).

Koontz y Weihrich (2008), explicó que: “En las organizaciones consideran eficacia como el logro de las metas” (p.15).

Importancia

Según Romero (2006, p. 201), indica: “Para incrementar la productividad el principal factor es el público en general.”

Según Niebel y Freivalds (2014, p. 1), manifiestan que:

Para incrementar sus ganancias y márgenes de ganancia de una empresa, esta debe trabajar optimizando sus recursos, aplicando estrategias de gestión moderna, usando diversas herramientas de ingeniería para generar sostenibilidad a las industrias.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipología y diseño de investigación

Para Hernández, et al. (2010), son: “estudios que recaudan información en las diferentes etapas de la investigación en el tiempo, para analizar el efecto generado en la muestra estudiada.” (p. 158).

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), manifestaron: “responder al planteamiento del problema, aplicando una estrategia para obtener la información que se desea” (p.121).

Diseño experimental

Según Hernández, et.al. (2010), explicó que: “Es el estudio donde se modifica intencionalmente uno o más variables independientes y analizando las consecuencias de las mismas” (p.121).

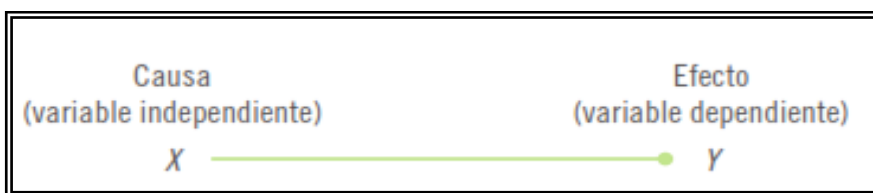


Figura 9. Diagrama de experimento y variable

Dónde: X: Mantenimiento preventivo
Y: Productividad

El trabajo de investigación desarrolla un diseño experimental que aplica el mantenimiento preventivo para evaluar la variabilidad que se generen en la productividad (Hernández, et.al 2010, p.121).

Tipología (cuasi – experimental)

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), definieron: “Grupos o población de estudio desde ya están conformados antes de realizar el experimento” (p.148). En el desarrollo del trabajo, se aplicó la clasificación cuasi-experimental; porque durante las investigaciones se evaluaron la disponibilidad de los equipos en el

laboratorio de análisis físico química de alimentos-unalm, 2018.

Nivel de Investigación

Nivel Explicativo

Según Ñaupas, et. al (2014), indicaron que: “Se basan en problemas formulados adecuadamente y buscan explicar la relación causa–efecto. Necesariamente trabaja con hipótesis, para explicar el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente” (p.104).

El trabajo de investigación realizado es considerado de tipo explicativo, por que busca fundamentar el efecto generado en la baja productividad manipulando la variable del Mantenimiento preventivo (V.I).

1. Variables, Operacionalización

Mantenimiento Preventivo (V.I)

Según García (2010), definió que: “programar las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno y mantener un nivel de servicio determinado en los equipos” (p.17).

D1: Confiabilidad:

Duffuaa (2016), explicó: “se da cuando el o los equipos estén en funcionamiento en el momento que se requiera” (p. 76).

D2: Disponibilidad:

Francisco González (2014), definió que: “medida cuantitativamente en %T (tiempo) que los equipos o sistemas se encuentra útil (disponible para usar) para funcionamiento” (p.57).

Productividad (V.D)

Cruelles (2013), indico: "Ratio o índice que mide la relación existente entre la producción y la cantidad de recursos empleados para el resultado. Productividad = Producción / recursos" (p.10).

Dimensión 1: Eficiencia

Gutiérrez (2010), "Optimizar los recursos y evitar desperdicio de recursos" (p.21).

Dimensión 2: Eficacia

Según Gutiérrez (2010) "Grado en que se realizan las actividades planeadas para alcanzar los resultados planeados [...], implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados" (p.21)

3.2 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis Población

Población

Rodríguez, Pierdant y Rodríguez (2016), manifestaron que: "Son grupos determinados e indeterminados por números de unidades que son objetos de estudio" (p. 6).

La población considerada en la presente investigación está constituida por todos los equipos del laboratorio de análisis físico químico de alimentos, durante un periodo de dieciséis semanas de medición de los indicadores tanto antes como después.

Muestra

Rodríguez et al. (2016), manifestaron que: "es el subconjunto que debe cumplir con criterios establecidos en la teoría del muestreo, elegido de una población" (p. 4).

En el presente trabajo la muestra será 4 equipos, esto debido a que cumplen ciertas características de acuerdo a la persona encargada del laboratorio quien sugiere que estos 4 equipos son frecuentemente usados y por ello son los que presentan frecuentes fallas. La muestra está representada por los equipos más críticos del laboratorio de análisis físico químico de acuerdo a las teorías establecidas.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el desarrollo de la investigación se aplicó la técnica de observación, esto de acuerdo a la metodología y objetivos que presenta el estudio, ya que todos los datos a manejar van a ser recolectados de las situaciones reales in-situ que se presenta en el área.

Arias, F. (2012), explico que: “Técnicas de investigación es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que sirven de complemento al método científico, el cual posee una aplicabilidad general” (p.67).

Por lo tanto, la aplicación de una técnica conduce a la obtención de una información, la cual debe ser guardada de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina instrumento.

Observación

Según Ñaupas et al. (2014) definió que: “es la adquisición activa de la información mediante el sentido de la vista, observando el objeto específico a estudiar” (p. 201).

En este trabajo de investigación se aplicó estrategia de observación, para recaudar información de la variable en estudio.

Análisis de contenido:

Según Bautista (2009), manifestó que: “son fuentes que ayudan a realizar contrastaciones entre diferentes documentos, definiciones de autores, otros” (p. 42).

Instrumento

Según Bautista (2009), definió que:

Son aquellos medios que ayudan o permiten observar y registrar información durante la investigación. Con la construcción adecuada de los instrumentos para recaudar información y comparar la relación existente entre la teoría y los hechos reales estudiados, la investigación alcanza mayor veracidad (p. 43).

El instrumento usado en el presente estudio fue la hoja de observación, tanto para la VD como la VI, de elaboración propia, adecuada a los indicadores y formulas presentadas en las teorías relacionadas, con el objetivo de medir correctamente los resultados.

Instrumento: Ficha de recolección de datos

Estas fichas se usarán en el LAFQA para obtener la información mensualmente; Así mismo permitirá calcular de la disponibilidad de los equipos, calcular la confiabilidad de los equipos, la eficiencia, eficiencia y finalmente a productividad.

Efectividad del instrumento

Para Hernández et al. (2014, p. 199) es:

Afirma que los instrumentos usados en la investigación están respectivamente diseñadas y basados de acuerdo a lo requerido y la metodología tiene que estar validada en función a su contenido, por lo tanto la validación lo realizan los especialistas de dicha universidad o personas asignadas por la entidad.

3.4 Procedimiento

Solicitar autorización a los jefes del área para poder realizar la recolección de datos así mismo concientizar cuán importante es realizar los mantenimientos correspondientes a los equipos por ello debe realizarse una programación anual

de los equipo prioritarios para el uso correspondiente y de esta manera brindar el mejor servicio.

3.5 Métodos de análisis estadístico

Bernal (2010), sostuvo que: “tiene como finalidad obtener los resultados de la investigación realizada haciendo uso de las herramientas estadísticas” (p. 157).

Según Arias (2012), explico que: “se describen los distintos cálculos a los que serán sometidos los datos recolectados entre ellos los registro, tabulación y codificación si fuera el caso” (p.53).

En la presente investigación se presentarán dos niveles de complejidad:

Estadística Descriptiva.

Los datos se procesarán en tablas de Excel en donde se realizarán gráficos de barras, para comparar la información obtenida en las fichas de registro, a fin de determinar el comportamiento de las variables dentro de una determinada población.

Para Cruz (2010, p. 2), “La estadística descriptiva analiza el resultado de la tendencia central así como también la dispersión, la primera medida obtenida es la tendencia central”.

Análisis Inferencial

Para Hernández, et.al. (2010), manifestó respecto al nivel inferencial, que: “Se usa para comprobar la hipótesis y parámetros” (p.305).

Según Barreiro et al. (2006), manifestó que: “Prueba de Shapiro Wilk, es más aplicada [...], más aun si se trabaja con datos $n < 30$ ” (p. 56).

En el análisis se usó el Software del SPSS, para procesar la información obtenida de cómo influye la aplicación del MP mejorando la productividad, así mismo todas las hipótesis planteadas en la investigación serán verificadas. Así mismo se analizara su medida central de la mediana y %.

Según Tomás (2009), manifestó que:

El T-student para 2 muestras relacionadas, corrobora la hipótesis nula de no existencia de diferencias significativas entre los resultados de las medias de las dos variables de X-Y, quienes tiene una distribución normal, si el p-valor se encuentra asociado al estadístico de verificación y a su vez, es $>\alpha$ se acepta la hipótesis nula (p. 90).

Cáceres (2005), manifestó que: “la prueba de Wilcoxon es un método utilizado como una alternativa al Test de Student, para diferenciar las medias” (p. 240).

Determinar si la variable analizada es una distribución normal.

$N < 30$ = Estadística de Shapiro

$N > 30$ = Estadística de Kolmogorov

N = Datos de la muestra

3.6 Aspectos éticos

Según Koepsell y Chávez (2015), explicaron que: “Es un deber del investigador registrar con detalle el método y los medios utilizados durante la investigación, con el objetivo de afirmar los resultados y la teoría” (p. 9).

En la investigación realizada en la **Universidad Nacional Agraria en la Facultad de Industrias Alimentarias, Laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos (LAFQA)**, jefe de área autoriza dicha investigación realizada (**anexo: 15**) se recolectó información a través de los formatos diseñados y entrevistas.

Situación de Improductividad

Cruelles (2013, p.69), manifiesta que:

Se identifica situación en la que se encuentra la industria para analizar los procesos productivos y plantear una mejora, para ello se debe esquematizar y consolidar toda información relevante del sistema productivo y lograr un margen de error mínimo.

IV. RESULTADOS

Generalidades de la empresa

El LAFQA es uno de los 6 laboratorios, que tiene mayor demanda por los docentes, alumnos e investigadores. El principal objetivo del laboratorio atender a los alumnos de pregrado en el desarrollo de sus análisis prácticos.

Misión

Según la página web de la unalm (2018), hasta la actualidad, “tiene como misión formar Ingenieros en Industrias Alimentarias, que sean competentes, que desarrollen sus procesos de enseñanza-aprendizaje, que realicen investigación, extensión y proyección a la sociedad con calidad y responsabilidad social” (Párr. 1).

Ubicación de la Empresa: Av. La Molina s/n

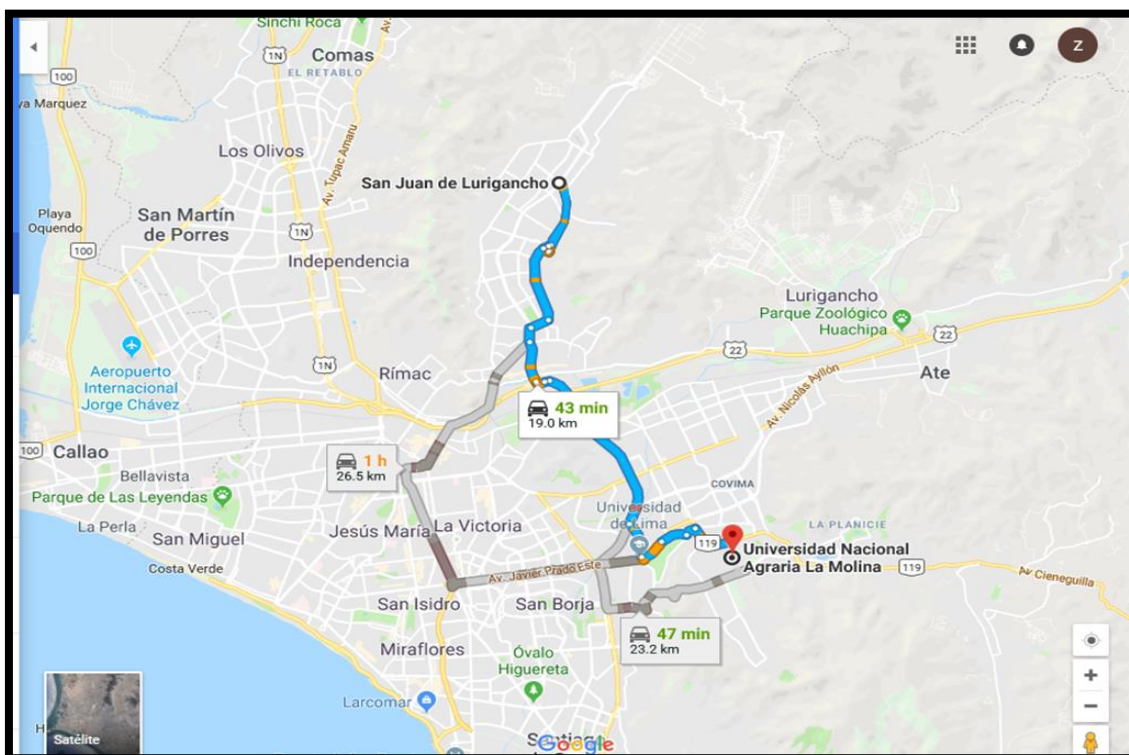


Figura 10. Croquis de la ubicación de la UNALM

Historia de la empresa

Según la web de la UNALM (2018) hasta la actualidad 2018, considerada dentro del ranking una de las mejores universidades estatales, reconocida a nivel nacional e internacionalmente por el logro de los docentes y alumnos investigadores de las diferentes facultades que han adquirido gran prestigio.

En los años 1965 la importancia de la conservación, transformación y distribución de alimentos para el desarrollo del país, decidió la creación de la carrera profesional de Industrias Alimentarias. Seguidamente en el año 1969, los Departamentos Académicos de Ingeniería de Procesos de la Facultad de Ingeniería Agrícola y de Tecnología Pecuaria de la Facultad de Zootecnia, se unieron para dar origen al Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios (TAPA), que fue la base para la creación del Programa Académico de Industrias Alimentarias. La Universidad Nacional Agraria La Molina, con Resolución 11849/UNA y con fecha 22 de mayo de 1969, creó el Programa Académico de Industrias Alimentarias, nombrando como primer director del Programa Académico al Ing. Freddy Salas Arango, dando inicio así a esta nueva carrera profesional a nivel nacional (Perú).

La transformación del Programa Académico se produjo en el marco de la Quinta Disposición Transitoria de la Ley Universitaria N°23733, la cual permitió la aprobación del Estatuto de la UNALM, que entró en vigencia a partir del 17 de marzo de 1984.

En el año 1984 del 15 de mayo mediante la Resolución 001/84-FIAL, la Facultad de Industrias Alimentarias dio origen a 3 departamentos académicos:

- Ingeniería de Alimentos y Productos Agropecuarios (IAPA)
- Ciencia de Alimentos y Productos Agropecuarios (CAPA)
- Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios (TAPA).

Actualmente son los 3 departamentos académicos son las unidades académicas de la Facultad mediante con las cuales se coordinan las actividades de sus miembros en los campos de enseñanza, investigación y proyección social.

Esta Casa de Estudios fue la primera universidad en contar con la carrera de ingeniería en industrias a alimentarias en Perú y una de las primeras en el ámbito Latinoamericano. Desde su creación hasta la actualidad, la FIAL asimilado los cambios producidos en la industria alimentaria hasta convertirse en una facultad moderna, cuyas puertas están abiertas a toda la comunidad. El laboratorio de análisis físico químico pertenece al departamento del IAPA, el Laboratorio Físico

Químico fue uno de los primeros creados en esas épocas (Párr. 1-5).

Estructura Organizacional

La facultad de industrias alimentarias en la actualidad cuenta con 40 colaboradores en los diferentes laboratorios. Ver figura 11.

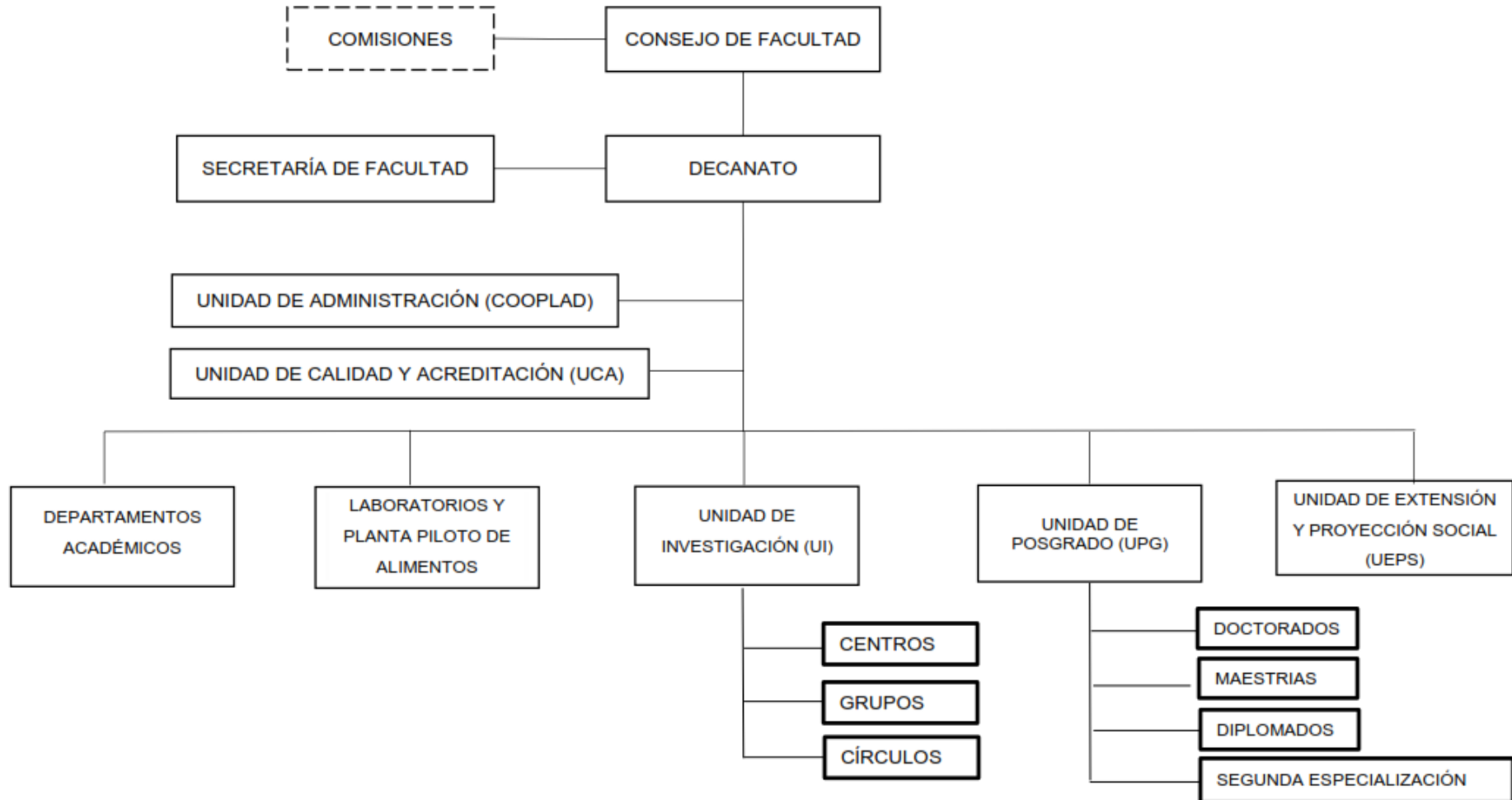


Figura 11. Estructura Organizacional de la FIAL

Mapa de procesos de la Facultad de industrias alimentaria

Es clave y muy importante para la mejora de procesos por que ayuda a definir las funciones principales, nos sirve para estructurar cada una de las áreas o departamentos.

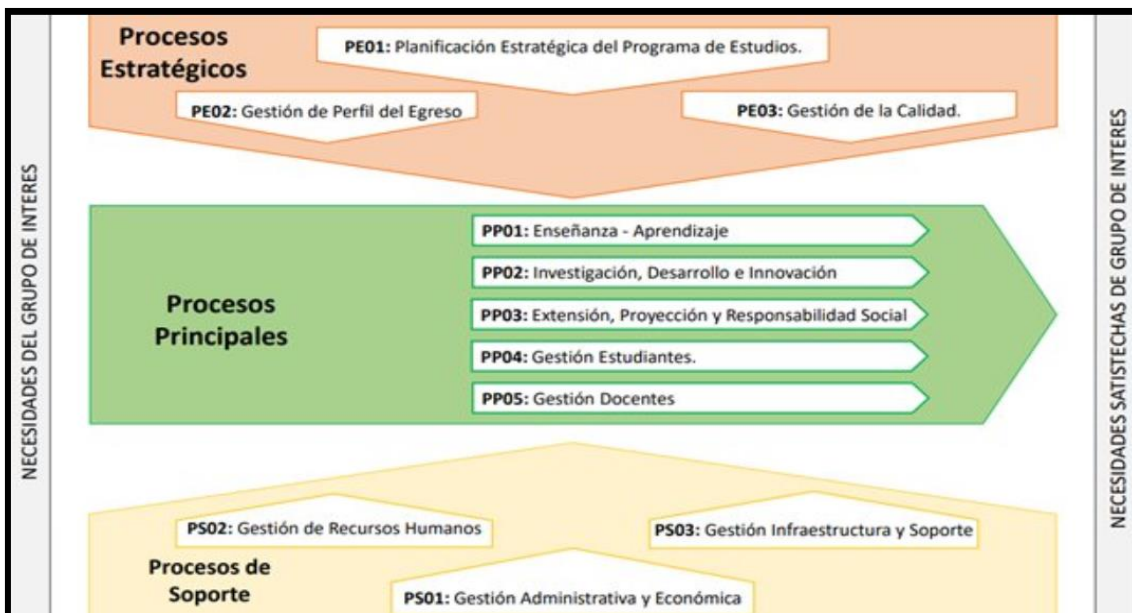


Figura 12. Mapa de proceso Facultad de Industrias Alimentarias

Situación actual de la empresa: La improductividad

En el laboratorio de análisis físico químico de alimentos dentro de la investigación los datos obtenidos de la investigación de los tiempos observados se recolectaron en los formatos generados para cada indicador propuesto, así mismo se identificó las causantes de los problemas plasmados en el diagrama de Pareto.

La facultad de industrias alimentarias de la UNALM cuenta con 6 laboratorios una de ella es el laboratorio de análisis físico químico de alimentos, lugar en la que se está realizando la investigación. Los problemas frecuentes que suelen presentarse en el laboratorio son las fallas de los equipos esto sucede a consecuencia de la falta de presupuesto para el mantenimiento preventivo incluso en la facultad con se cuenta con un cronograma de mantenimiento preventivo, en este caso los jefes encargados suelen darle mantenimiento según su criterio por ejemplo se le da mantenimiento preventivo a los equipos más usados pero este mantenimiento

muchas veces es anual o muchas suele darse el mantenimiento correctivo ósea hacen uso de los equipos hasta que este ya no funcione y muchas veces el equipo se vuelve obsoleto, la falta de programación es por la falta de conocimiento por parte de las autoridades que tan importante es el mantenimiento preventivo.

La facultad cuenta con un presupuesto aproximadamente de 40000 soles para el Laboratorio de estudio, en la cual se incluye la compra de reactivos, materiales de vidrio, algunos equipos, materiales de trabajo, así como papel filtro, papel aluminio, entro otros.

En este caso los equipos a estudiar son: 3 campanas extractoras y una centrifuga esto, en un laboratorio es de suma importancia contar con una campana extractora ya que en el laboratorio se usas gases tóxicos que podrían generar la muerte, en caso de la centrifuga es debido a que es un factor importante debido a que variable que se tiene en cuenta así como la temperatura es un factor que afecta los resultados para la realización de los procesos de análisis y es usado con mucha frecuencia ya que cuenta con la más alta capacidad de centrifugado.

Procedimiento para realizar un mantenimiento preventivo

El diagrama de flujo general del LAFQA alimentos representa los pasos que se debe tener en cuenta para brindar un mantenimiento preventivo a los equipos. (Ver Fig. 13).

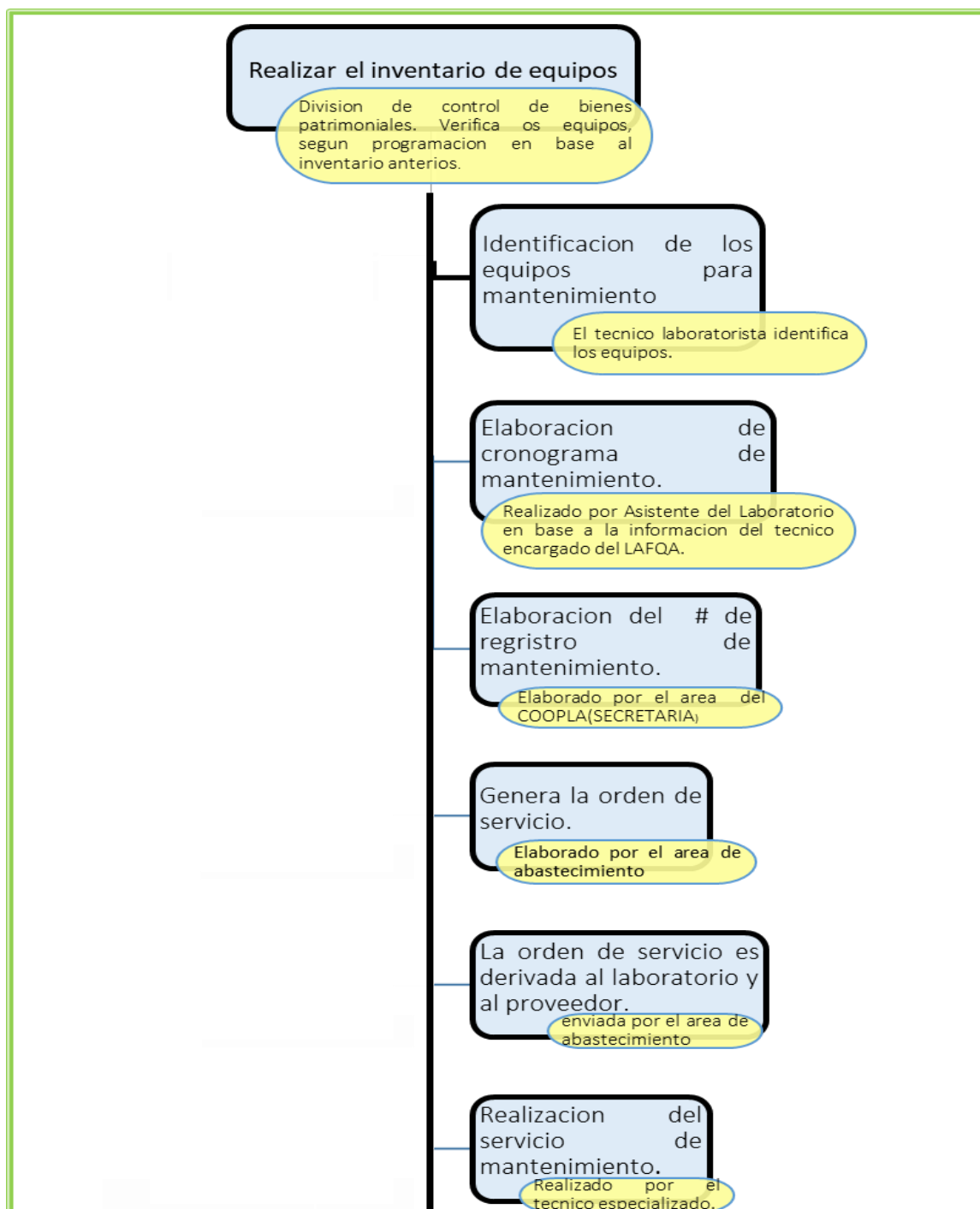


Figura 13. Flujograma para gestionar mantenimiento a los equipos.

ASIGNACION PERSONAL DE BIENES MUEBLES									Página 1 de 2
TERCEROS									28/08/2018
SIMI-UNALM									09:37:48a.m.
APELLIDOS Y NOMBRES 00681 ELIAS PEÑAFIEL CARLOS CESAR									
LOCAL: 01 SEDE PRINCIPAL									
AREA: 09100 FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS									
MODALIDAD: DOCENTE N. () DOCENTE C. () ADMINISTRATIVO N. () ADMINISTRATIVO C. ()									
ITEM	CODIGO	DENOMINACION	MARCA	MODELO	SERIE	COLOR	MEDIDA	ESTADO	VALOR ADQUI
10 LAB. ANALISIS FISICO-QUIM DE ALIMENTOS 1									
28	322214640059	CAMPANA EXTRACTORA ELECTRICA	S/M	S/M	S/S	PLOMO	1.20x0.75x1.22	REGULAR	S/. 514.59
29	675003800118	CENTRIFUGA	HETTICH	D-78522	0038407-02-00	BLANCO/VERDE		BUENO	S/. 8,409.73
33	602219170021	CONDUCTIMETRO - CONDUCTIVIMETRO	WTW	INOLAP LEVEL 92	03190026	CELESTE		REGULAR	S/. 4,895.00
36	602231050047	DETERMINADOR DE HUMEDAD	OHAUS	MB45-3SO	B010015477	PLOMO	S/D	BUENO	S/. 8,496.00
37	672243310093	EQUIPO DE BANO MARIA	MEMMERT	WB7	120310448	PLATEADO		REGULAR	S/. 354.07
38	672243310192	EQUIPO DE BANO MARIA	LAUDA ALPHA	BT 3600-B2	LCKC1907-08-0240	PLATEADO		BUENO	S/. 7,140.00
51	602267820155	PEACHIMETRO	HANNA	S/M	S/S	ROJO, NEGRO		REGULAR	S/. 293.82
11 LAB. ANALISIS FISICO-QUIM DE ALIMENTOS 2									
96	672243310060	EQUIPO DE BANO MARIA	MEMMERT	KARLKORD	150 VR731065	PLATEADO		REGULAR	S/. 1,377.69
97	672243310156	EQUIPO DE BANO MARIA	GFL	1083	11512502L	PLATEADO/BLANCO		BUENO	S/. 7,680.01
99	322239390075	ESTUFA ELECTRICA	MENMERT	S/M	S/S	PLATEADO		REGULAR	S/. 109.16
100	322239390164	ESTUFA ELECTRICA	QUIMICA SERVICE S.R.L.S/M		S/S	PLATEADO	0.73x0.52x0.70	REGULAR	S/. 92.40

Figura 14. Inventario-equipos del LAFQA-UNALM

ASIGNACION PERSONAL DE BIENES MUEBLES								Página 1 de 2
TERCEROS								28/08/2018
SIMI-UNALM								09:37:48a.m.
APELLIDOS Y NOMBRES 00681 ELIAS PEÑAFIEL CARLOS CESAR								
LOCAL: 01 SEDE PRINCIPAL								
AREA: 09100 FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS								
MODALIDAD: DOCENTE N. () DOCENTE C. () ADMINISTRATIVO N. () ADMINISTRATIVO C. ()								
CODIGO								VALOR
ITEM	PATRIMONIAL	DENOMINACION	MARCA	MODELO	SERIE	COLOR	MEDIDA	ADQUI
182	532230630005	DESTILADOR DE AGUA	BRAND	S/M	12D1589	AZUL	S/D	BUENO S/. 7,800.45
183	532233340022	DIGESTOR	JP SELECTA	S/M	S/S	PLATEADO/NEGRO	S/D	BUENO S/. 5,471.29
184	322239390070	ESTUFA ELECTRICA	HERAEUS	KT500	0003171	BLANCO HUMO		REGULAR S/. 59.60
189	602272910030	POTENCIOMETRO	GERATE	HANDYLAB PH11	99402396/0212	CELESTE		REGULAR S/. 2,210.00
190	602272910052	POTENCIOMETRO	GERATE SCHOTT	HANDYLAB 1	64029096	CELESTE		REGULAR S/. 2,015.85
191	602272910054	POTENCIOMETRO	HANNA	CHECKER	S/S	ROJO		REGULAR S/. 238.00

Figura 15. Inventario de equipos del LAFQA-UNALM

PLAN ANUAL 2016 - LABORATORIO DE FISICO QUIMICA DE LOS ALIMENTOS									
Mes	Cantid	Producto	codigo	Valor unitario	Valor total	Total por mes	Rubro	EMPRESA	
JULIO	1	mantenimiento preventivo de centrifuga HETTICH	6575003800118(Marca Hettich, Modelo: D78522; Sene 0038407-02-00)	690.00	690.0	1538.7	Mantenimiento de equipo	Grupo Tecnico	
	9	embudos de vidrio de 45 mm de bastago corto		11.80	106.2		material de vidrio	Cimatec	
	9	embudos de vidrio de 50 mm de diametro pirex de bastago corto		33.00	297.0		material de vidrio	kossodo	
	9	embudos de vidrio de 100 mm de diametro pirex de bastago corto		21.50	193.5		material de vidrio	kossodo	
	6	embudos de vidrio de 75 mm de diametro pirex de bastago corto		42.00	252.0		material de vidrio	kossodo	
	3	eter de petroleo x 4l		218.06	654.2	2251.4	reactivos para laboratorio	kossodo	
AGOSTO	1	mantenimiento de campana extractora	322214640076 (Marca: esco, Modelo: EFD4b3; Serie: 2009-40945)	950.00	950.0		Mantenimiento de equipo	Grupo Tecnico	
	9	Matraz de 250 ml pirex s/t		19.47	175.2				
	12	crisoles de baja x 50ml halwegen		39.33	472.0		Material de Laboratorio	kossodo	
SEPTIEMBRE	24	baguetas de vidrio		5.06	121.4	905.3	material de vidrio	kossodo	
	12	pipetas graduada de 25ml		15.58	187.0		material de vidrio	kossodo	
	12	pipetas graduadas de 10ml		12.66	151.9		material de vidrio	kossodo	
	12	pipetas Graduadas 1ml		9.94	119.3		material de vidrio	kossodo	
	12	pipetas graduadas de 2ml :1/100		9.44	113.3			Cimatec	
	6	probetas de 100 ml		35.40	212.4		material de vidrio	Cimatec	

Figura 16. Plan anual del LAFQA-UNALM

[illegible]

Solicitud de la hoja de pedido de equipos

[illegible]

Figura 18. Hoja de solicitud de equipos



Figura 19. Diagrama de solicitud de equipos

fecha de separación	fecha de inicio	Usuario		Asesor	Análisis	Hora de Inicio	Hora de Finalización	firma	Observación
		Apellidos y Nombres	Categoría						

Figura 20. Ficha para registrar uso de equipos

Horario de trabajo en el LAFQA-UNALM

En el laboratorio de análisis físico químico de alimentos se trabajan 5 días a la semana, de lunes - viernes en donde se consideran 8 horas de trabajo diario ya que 1 hora es parte del refrigerio del técnico operador, con un total de 160 horas semanales, no se cuentan los feriados.

Tabla 2. Horarios de actividades en el LAFQA – UNALM

Horario	Tiempo (hora)	Actividad
7:45 am – 12:45 pm	5	en actividad
1:00 pm – 2:00 pm	1	refrigerio
2:00 pm – 3:45 pm	3	en actividad
Total, de horas trabajadas	8	
Total, de horas de descanso	1	

Fuente: LAFQA.

Proceso de solución de problemas

Para empezar la siguiente investigación se realizó un diagnóstico para estudiar y mejorar, en el LAFQA-UNALM. Según la información brindada recolectada en el área se genera retrasos en la atención de las órdenes de servicio a los alumnos esto se da debido a que los equipos no tienen un programa de mantenimiento establecido así mismo no cuentan con un mantenimiento de calidad, esto a la vez genera la baja productividad de los equipos. Primeramente, se elaboró las fichas que nos ayudaran a recolectar los datos para la posterior evaluación Para determinar qué equipos deben de considerarse para realizar el mantenimiento preventivo se realiza, así como lo menciona Santiago García:

Realizar el inventario de los equipos, lo cual cabe señalar que los equipos ya cuentan con un código de inventarios asignado por la universidad.

Seguidamente se debe tener en cuenta ciertos criterios para elegir los equipos prioritarios para hacerle el mantenimiento, así como, la salud de los usuarios, la peligrosidad de sufrir un accidente, el costo y las fallas frecuentes que se presentan en dicho equipo; Según Ariel Rojas.

Tabla 3. *Identificación de los equipos que frecuentemente presenta fallas*

DIAGRAMA DE PARETO DE LA EMPRESA LA UNALM					
N°	Problema	Fallos	Frecuencia Acumulada	%	Acumulad o
1	Campana extractora N° 3	13	13	22%	22%
2	Campana extractora N° 2	11	24	19%	41%
3	Campana extractora N° 1	12	36	20%	61%
4	Centrifuga refrigerada N° 4	11	47	19%	80%
5	Digestor de proteína	4	51	7%	86%
6	Baño María	2	53	3%	90%
7	Determinador de humedad	2	55	3%	93%
8	Estufa digital	2	57	3%	97%
9	Destilador de agua	1	58	2%	98%
10	Potenciómetro	1	59	2%	100%
		59			

Fuente: Elaboración propia.

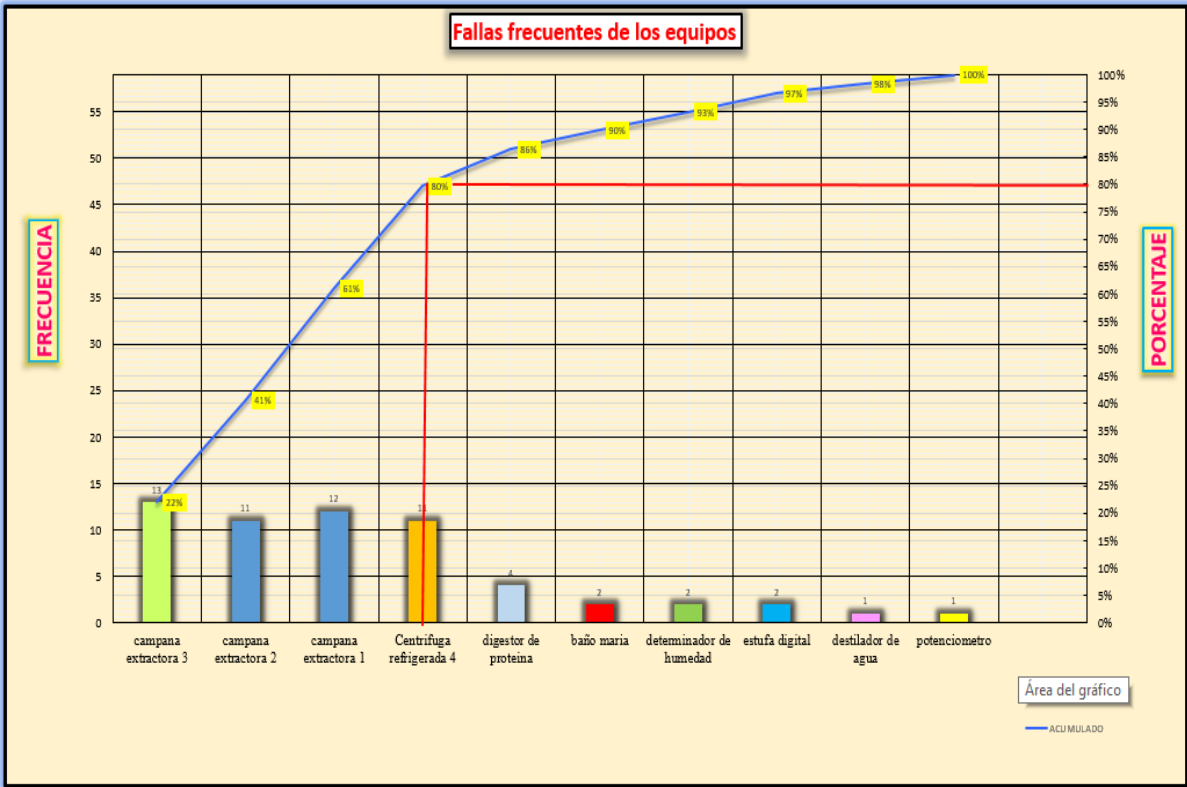


Figura 21. Diagrama de Pareto (mantenimiento de equipo)

Según el resultado obtenido en el diagrama de Pareto, se decide los equipos que deben considerarse para el mantenimiento preventivo. Seguidamente realizar un cronograma de mantenimiento

Tabla 4. Implementación de un mantenimiento preventivo

CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
N°	Actividades	Setiembre				Octubre				Noviembre		
		sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11
1	Campana extractora N° 1	X				X				X		
2	Campana extractora N° 2		X				X				X	
3	Campana extractora N° 3			X				X				X
4	Centrifuga refrig. N° 4				X				X			X

Fuente: Elaboración propia.

Campana extractora: es un equipo que se suele usar en los laboratorios de análisis

cuya función es extraer los gases tóxicos ya sean generados o propis de los reactivos, este equipo ayuda a minimizar el riego de la intoxicación y/o contaminación de los usuarios a si mismo junto con este equipo se usan otras indumentarias, así como los lentes, mascarilla para gases y guantes. Es un equipo de suma importancia en el área a demás su costo de mantenimiento correctivo puede ser hasta 10,00 soles, sin embargo, el costo de mantenimiento preventivo podría ser hasta de 500soles.



Figura 22. Campana extractora

Centrifuga: es un equipo que se encarga de separar sólidos-líquidos, se usan para diversos tipos de investigaciones después de la campana este es un equipo sumamente importante ya que este equipo trabaja a bajas y hasta 40 °C lo cual es muy importante para los diversos tipos de investigaciones.



Figura 23. Centrifuga refrigerada

Para la confiabilidad

Tabla 5. Campana extractora N°1

CAMPANA EXTRACTORA N° 1									
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)					HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUES)				
Fallas presentadas del equipo			Confiabilidad		Fallas presentadas del equipo			Confiabilidad	
mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	N° de Fallas	confiabilidad	mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	N° de Fallas	confiabilidad
Marzo	184,00	42,00	12,00	77,17	Marzo	160,00	25,00	6,00	84,38
Abril	168,00	40,00	11,00	76,19	Abril	160,00	23,00	4,00	85,63
Mayo	184,00	46,00	12,00	75,00	Mayo	184,00	29,00	4,00	84,24
Junio	168,00	48,00	14,00	71,43	Junio	184,00	26,00	5,00	85,87
PROMEDIO	176,00	44,00	12,00	75,00	PROMEDIO	172,00	26,00	5,00	85,03

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 5: en el pre tes y pos tes de la campana extractora N°1, se aprecia que hubo un incremento de la confiabilidad.

Tabla 6. Campana extractora N°2

CAMPANA EXTRACTORA N° 2									
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)					HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUES)				
Fallas presentadas del equipo			Confiabilidad		Fallas presentadas del equipo			Confiabilidad	
Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	N° de Fallas	Confiabilidad	Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	N° de Fallas	Confiabilidad
Marzo	184,00	50,00	8,00	72,83	Marzo	160,00	24,00	6,00	85,00
Abril	168,00	45,00	10,00	73,21	Abril	160,00	28,00	4,00	82,50
Mayo	184,00	40,00	9,00	78,26	Mayo	184,00	30,00	4,00	83,70
Junio	168,00	35,00	15,00	79,17	Junio	184,00	32,00	5,00	82,61
PROMEDIO	176,00	43,00	11,00	75,85	PROMEDIO	172,00	29,00	5,00	83,43

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 6: en el pre tes y pos tes de la campana extractora N°2, se apreciar un incremento de la confiabilidad.

Tabla 7. Campana extractora N°3

CAMPANA EXTRACTORA N° 3									
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)					HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUES)				
Fallas presentadas del equipo			Confiabilidad		Fallas presentadas del equipo			Confiabilidad	
Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	N° de Fallas	Confiabilidad	Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	N° de Fallas	Confiabilidad
Marzo	184,00	45,00	13,00	75,54	Marzo	160,00	30,00	9,00	81,25
Abril	168,00	50,00	11,00	70,24	Abril	160,00	32,00	6,00	80,00
Mayo	184,00	45,00	10,00	75,54	Mayo	184,00	28,00	5,00	84,78
Junio	168,00	40,00	17,00	76,19	Junio	184,00	29,00	9,00	84,24
PROMEDIO	176,00	45,00	13,00	74,43	PROMEDIO	172,00	30,00	7,00	82,70

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 7: se visualiza que hubo un incremento en la confiabilidad de la campana extractora 3, comparando el pre-tes y el pos-tes.

Tabla 8. Centrifuga refrigerada N°4

CENTRIFUGA REFRIGERADA N° 4									
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)					HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUES)				
Fallas presentadas del equipo			Confiabilidad		Fallas presentadas del equipo			Confiabilidad	
Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	N° de Fallas	Confiabilidad	Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	N° de Fallas	Confiabilidad
Marzo	184,00	42,00	10,00	77,17	Marzo	160,00	25,00	7,00	84,38
Abril	168,00	40,00	9,00	76,19	Abril	160,00	23,00	7,00	85,63
Mayo	184,00	46,00	9,00	75,00	Mayo	184,00	29,00	5,00	84,24
Junio	168,00	48,00	13,00	71,43	Junio	184,00	26,00	9,00	85,87
PROMEDIO	176,00	44,00	10,00	75,00	PROMEDIO	172,00	26,00	7,00	85,03

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 8: en el pre tes y pos tes de la centrifuga refrigerada, donde se puede apreciar que hubo un incremento de la confiabilidad.

Para la disponibilidad

Tabla 9. *Campana extractora N°1*

CAMPANA EXTRACTORA N° 1							
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)				HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUÉS)			
Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	Disp.	Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	Disp.
Marzo	184,00	45,00	75,54	Marzo	160,00	27,00	83,13
Abril	168,00	40,00	76,19	Abril	160,00	30,00	81,25
Mayo	184,00	30,00	83,70	Mayo	184,00	24,00	86,96
Junio	168,00	28,00	83,33	Junio	184,00	18,00	90,22
PROMEDIO	176,00	35,75	79,69	PROMEDIO	172,00	24,75	85,61

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 9: en el pre tes y pos tes de la campana extractora N°1, se puede apreciar que hubo un incremento de la disponibilidad dl equipo.

Tabla 10. *Campana extractora N°2*

CAMPANA EXTRACTORA N° 2							
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)				HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUÉS)			
Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	Disp.	Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	Disp.
Marzo	184,00	50,00	72,83	Marzo	160,00	24,00	85,00
Abril	168,00	45,00	73,21	Abril	160,00	28,00	82,50
Mayo	184,00	40,00	78,26	Mayo	184,00	30,00	83,70
Junio	168,00	35,00	79,17	Junio	184,00	32,00	82,61
PROMEDIO	176,00	42,50	75,85	PROMEDIO	172,00	28,50	83,43

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 10: comprando pre tes y pos tes de la campana extractora N°2, se observa que hubo un incremento de la disponibilidad.

Tabla 11. Campana extractora N°3

CAMPANA EXTRACTORA N° 3							
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)				HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUÉS)			
mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	Disp.	mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	Disp.
Marzo	184,00	45,00	75,54	Marzo	160,00	30,00	81,25
Abril	168,00	50,00	70,24	Abril	160,00	32,00	80,00
Mayo	184,00	45,00	75,54	Mayo	184,00	28,00	84,78
Junio	168,00	40,00	76,19	Junio	184,00	29,00	84,24
PROMEDIO	176,00	45,00	74,43	PROMEDIO	172,00	29,75	82,70

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 11: comparando el pre tes y pos tes de la campana extractora N°3, se puede apreciar que hubo un incremento de la disponibilidad.

Tabla 12. Centrifuga Refrigerada N° 4

CAMPANA EXTRACTORA N° 2							
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)				HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUÉS)			
Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	Disp.	Mes	Tiempo de operación (h)	Tiempo de paradas	Disp.
Marzo	184,00	50,00	72,83	Marzo	160,00	24,00	85,00
Abril	168,00	45,00	73,21	Abril	160,00	28,00	82,50
Mayo	184,00	40,00	78,26	Mayo	184,00	30,00	83,70
Junio	168,00	35,00	79,17	Junio	184,00	32,00	82,61
PROMEDIO	176,00	42,50	75,85	PROMEDIO	172,00	28,50	83,43

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 12: en el pre tes y pos tes de la centrifuga, realizando la comparación se puede apreciar que hubo un incremento de la disponibilidad.

Para la productividad

Tabla 13. Campana extractora N° 1

CAMP – EXTRAC N° 1								
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ANTES)				FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS (DESPUÉS)				Productividad
EFICACIA		Fecha:		EFICACIA		Fecha:		
GUÍA DE OBSERVACIÓN				GUÍA DE OBSERVACIÓN				
Mensual	N° de servicios programados	N° de servicios ejecutados	Eficacia	Mensual	N° de servicios programados	N° de servicios ejecutados	Eficacia	
Marzo	15,0	10,0	66,7	Marzo	184,0	160,0	87,0	
Abril	18,0	14,0	77,8	Abril	168,0	125,0	74,4	
Mayo	20,0	15,0	75,0	Mayo	184,0	134,0	72,8	
Junio	15,0	10,0	66,7	Junio	168,0	126,0	75,0	
PROMEDIO	17,0	12,0	72,1	PROMEDIO	176,0	136,0	77,4	
								55,8

A	B	C	D	E	F	G	H	I
PLAN ANUAL 2016 - LABORATORIO DE FISICO QUIMICA DE LOS ALIMENTOS								
Mes	Cantid	Producto	codigo	Valor unitario	Valor total	Total por mes	Rubro	EMPRESA
JULIO	1	mantenimiento preventivo de centrifuga HETTICH	6575003800118(Marca Hettich, Modelo: D78522; Serie 0038407-02-00)	690.00	690.0	1538.7	Mntenimiento de equipo	Grupo Tecnico
	9	embudos de vidrio de 45 mm de bastago corto		11.80	106.2		material de vidrio	Cimatec
	9	embudos de vidrio de 50 mm de diametro pirex de bastago corto		33.00	297.0		material de vidrio	kossodo
	9	embudos de vidrio de 100 mm de diametro pirex de bastago corto		21.50	193.5		material de vidrio	kossodo
	6	embudos de vidrio de 75 mm de diametro pirex de bastago corto		42.00	252.0		material de vidrio	kossodo
	3	eter de petroleo x 4L		218.06	654.2		reactivos para laboratorio	kossodo
AGOSTO	1	mantenimiento de campana extractora	322214640076 (Marca: esco; Modelo: EFD4b3; Serie: 2009-40945)	950.00	950.0	2251.4	Mntenimiento de equipo	Grupo Tecnico
	9	Matraz de 250 ml pirex s/t		19.47	175.2		Material de Laboratorio	kossodo
	12	crisoles de baja x 50ml halwegen		39.33	472.0		material de vidrio	kossodo
SETEMBRE	24	baguetas de vidrio		5.06	121.4	905.3	material de vidrio	kossodo
	12	pipetas graduada de 25ml		15.58	187.0		material de vidrio	kossodo
	12	pipetas graduadas de 10ml		12.66	151.9		material de vidrio	kossodo
	12	pipetas Graduadas 1ml		9.94	119.3		material de vidrio	kossodo
	12	pipetas graduadas de 2ml :1/100		9.44	113.3			Cimatec
	6	probetas de 100 ml		35.40	212.4		material de vidrio	Cimatec
TOTAL						4695.4		

Figura 25. Programa de mantenimiento establecido LAFQA-UNALM

Estadística descriptiva

Mantenimiento preventivo (V.I)

Dimensión 1: Disponibilidad de los equipos

Tabla14. Disponibilidad

DISPONIBILIDAD		
Equipos	Disponibilidad – pre	Disponibilidad – post
Campana 1	79,7	85,6
Campana 2	75,9	83,4
Campana 3	74,4	82,7
Centrifuga 4	75,0	85,0
Promedio	76,2	84,2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°14: se visualiza la diferencia de los resultados de la pre y post prueba, se aprecia que la disponibilidad de los equipos se ha incrementado en promedio de aprox. 7.95% por equipo, lo que representa la mejora.

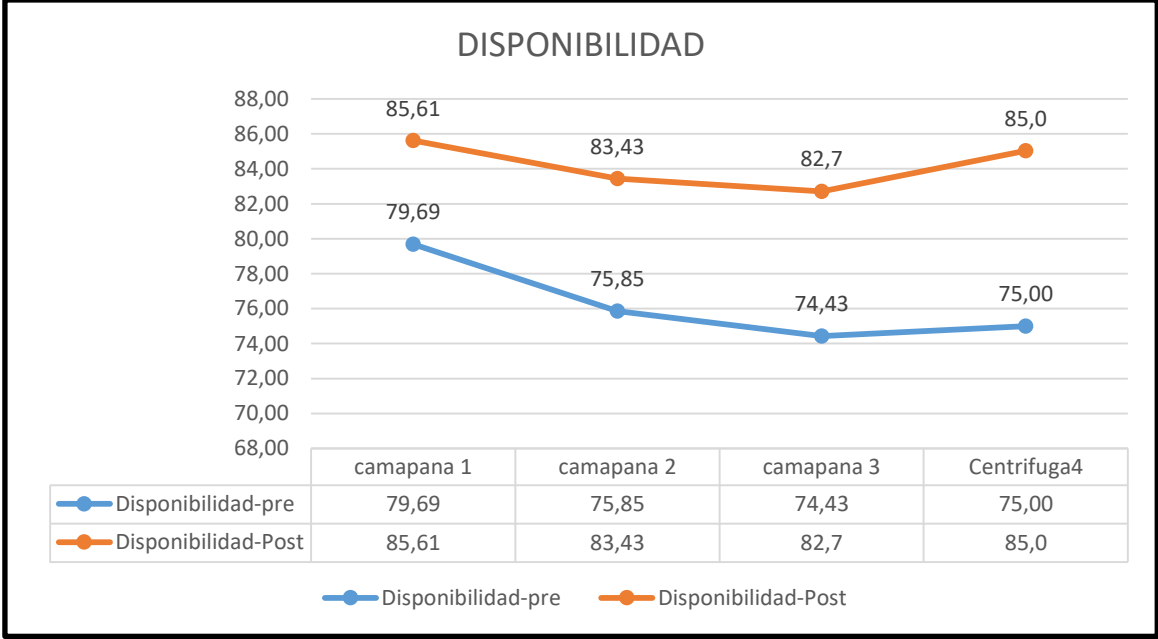


Figura 26. Disponibilidad pre tes-post tes

Dimensión 2: Confiabilidad de los equipos

Tabla 15. Confiabilidad

CONFIABILIDAD		
Equipos	Confiabilidad – pre	Confiabilidad – post
Campana 1	75,0	85,0
Campana 2	75,9	83,4
Campana 3	74,4	82,7
Centrifuga 4	75,0	85,0
Promedio	75,1	84,1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°15: se puede visualizar diferencia de resultados del pre y post prueba comparando se observa que la confiabilidad de los equipos incremento aprox. 8,98% del promedio por equipo, lo que representa la mejora.

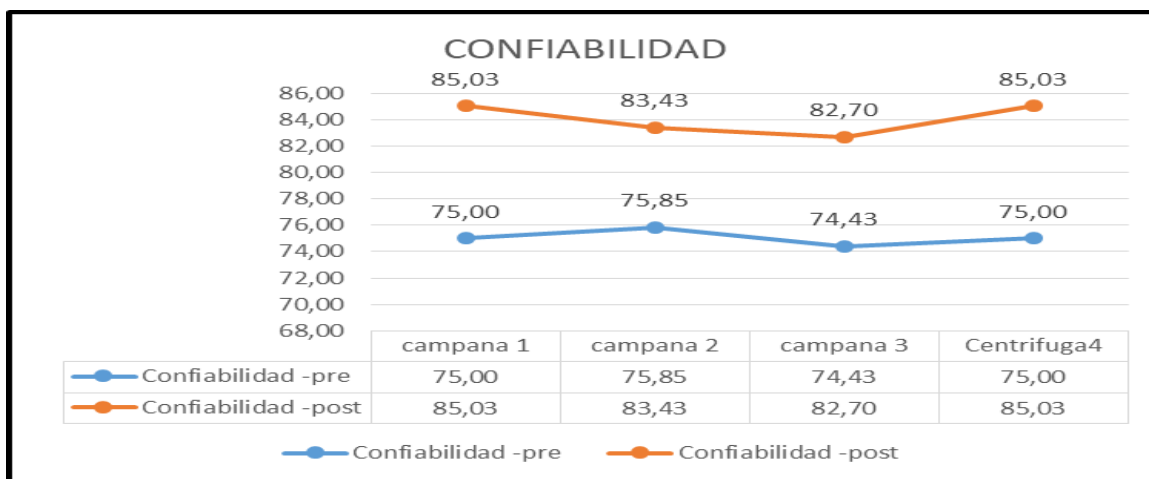


Figura 27. Confiabilidad Pre-Pos

Productividad (V.D)

Tabla 16. Productividad

PRODUCTIVIDAD		
Equipos	Productividad – pre	Productividad – post
Campana 1	55,3	74,7
Campana 2	53,7	61,2
Campana 3	53,7	74,2
Centrifuga 4	47,0	73,0
Promedio	52,0	70,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 16: indica el promedio del resultado de la pre prueba y pos prueba comparando se corrobora que incrementa la productividad de los equipos en aprox. 18,4%.

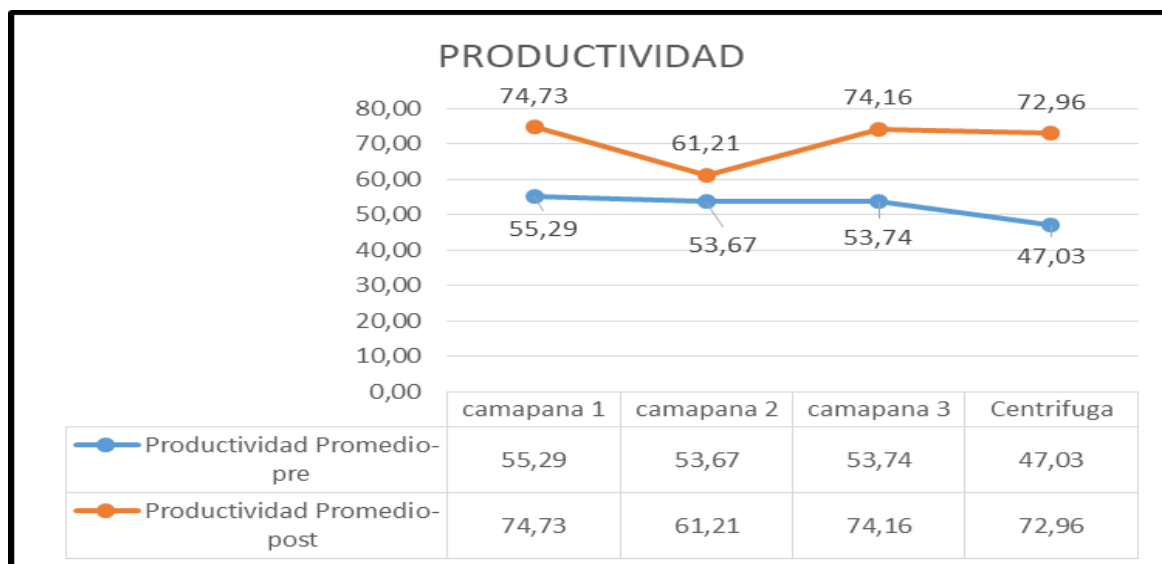


Figura 28. comparando- eficiencia pre-tes y pos-tes

Análisis descriptivo: Productividad

Dimensión 1: Eficiencia

Tabla 17. Eficiencia

EFICIENCIA		
Equipos	Eficiencia – pre	Eficiencia – post
Campana 1	77,4	88,1
Campana 2	74,2	89,4
Campana 3	72,9	90,6
Centrifuga 4	70,5	91,3
Promedio	73,7	89,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°17: indica el promedio del resultado de la pre y post prueba, comparando se observa que la eficiencia ha incrementado en aprox. 16.11% por equipo, lo que representa la mejora.

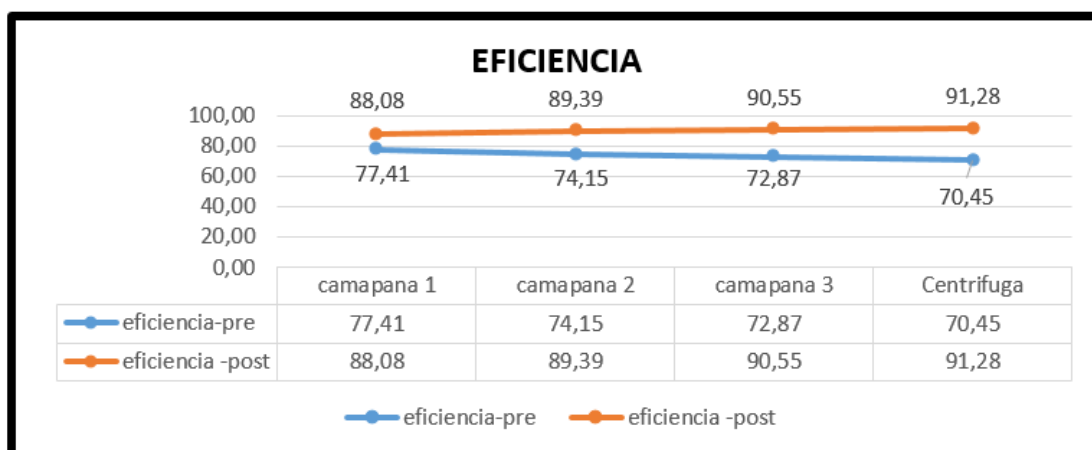


Figura 29. comparando- eficiencia pre-tes y pos-tes

Dimensión 2: Eficacia

Tabla 18. Eficacia

EFICACIA		
Equipos	Eficacia – pre	Eficacia – post
Campana 1	72,1	84,6
Campana 2	71,4	82,8
Campana 3	74,3	81,9
Centrifuga 4	66,7	80,3
Promedio	71,1	82,4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18: se puede observar como el promedio del indicador de la pre prueba y post prueba ha incrementado en aprox. 11,3% por equipo lo que representa la mejora.

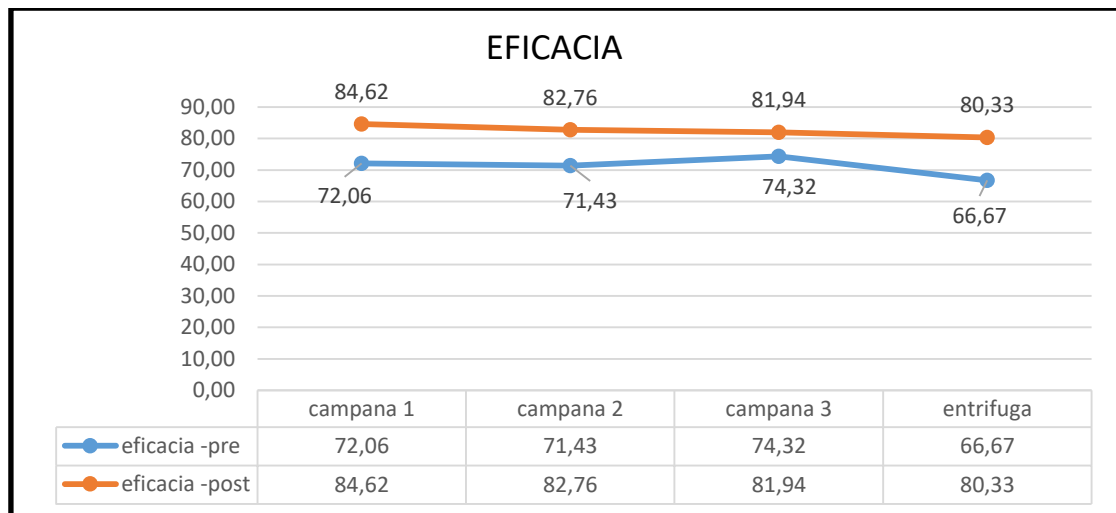


Figura 30. comparación del pre y pos tes de eficacia

Análisis inferencial

Hipótesis General Productividad (V.I)

- Aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora significativamente la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

Según Delgado (2008), “Para elegir el test de normalidad adecuado se debe tener en cuenta que el shapiro Wilk se aplica para muestras menores a 30 y Kolmogorov-Smirnov para muestras mayores a 30” (p. 213).

Estadística: Paramétrica y No Paramétrica.

Regla decisiva:

- Para $p \leq 0,05$: cuando el resultado de la muestra se encuentra dentro de este rango, se considera una distribución no normal también denominada no paramétrico.
- Para $p > 0,05$: cuando el resultado de la muestra se encuentra en este rango, se considera una distribución normal también llamada paramétrico.

Para Gomez, Danglot y Vega (2015), Cuando se usan variables cuantitativas, la media aritmética y desviación estándar, las muestras tienen una distribución normal, con varianzas con similitud (homogeneidad), y el tamaño de las muestras es suficiente, quiere decir mayor a 30, como consecuencia se debe utilizar pruebas estadísticas paramétricas. (p.99).

Tabla 19. *Decisión de prueba p*

	ANTES	DESPUÉS	CONCLUSIÓN
SIG > 0,05	SI	SI	PARAMÉTRICO
SIG > 0,05	SI	NO	NO PARAMÉTRICO
SIG > 0,05	NO	SI	NO PARAMÉTRICO
SIG > 0,05	NO	NO	NO PARAMÉTRICO

Fuente: Danglot y Vega.

Tabla 20. Descripción de la productividad pre – pos

			Estadístico	Error típ.
PRODUCTO _PRE	Media		51,2235	2,0100806
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	44,833	
		Límite superior	57,6141	
	Media recortada al 5%		51,352	
	Mediana		52,3802	
	Varianza		16,129	
	Desv. típ.		4,01612	
	Mínimo		45,59	
	Máximo		54,55	
	Rango		8,96	
	Amplitud intercuartil		7,32	
	Asimetría		-1,328	1,014
	Curtosis		1,383	2,619
PRODUCTO _POS	Media		74,7965	1,02186
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	71,5445	
		Límite superior	78,0485	
	Media recortada al 5%		74,7545	
	Mediana		74,4186	
	Varianza		4,177	
	Desv. típ.		2,04372	
	Mínimo		73,02	
	Máximo		77,33	
	Rango		4,3	
	Amplitud intercuartil		3,810	
	Asimetría		0,580	1,01
	Curtosis		-2,65	2,62

Fuente: Software Spss.

Interpretación: En la Tabla 20, se visualiza que la media sufrió un incremento de 23,57% en la productividad.

Tabla 21. *Prueba de Shapiro – Wilk*

	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTO_PRE	0,889	4	0,378
PRODUCTO_POS	0,892	4	0,394

Fuente: Software Spss.

Interpretación: con los datos analizados en los 4 equipos en la pre y pos, podemos decir q el número de muestra es <30 datos; en consecuencia se aplicó el Shapiro Wilk; igualando las varianzas para determinar si es una distribución normal o anormal, en la **tabla 21** se observa como resultado que sig. de pre-productividad es igual a 0,378 y en pos-productividad es 0,394; considerando la regla, los resultados obtenidos son mayores a 0.05, en consecuencia aplica la prueba de T-Student para contrastar la hipótesis.

Contrastación de Hipótesis General: Productividad

H₀: La aplicación del Mantenimiento Preventivo no incrementa significativamente la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

H₁: La aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa significativamente la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

Tabla 22. *Contrastación – hipótesis general*

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	PRODUCTO_PRE	51,2235	4	4,01612	2,00806
	PRODUCTO_POST	74,7965	4	2,04372	1,02186

Fuente: Software Spss.

En la **Tabla 22**: se obtuvo como resultado de la productividad-pre la media igual a 51,2235 y de la Productividad-pos con un 74,7965; realizando la comparación el resultado de incremento fue de aprox. 23,573; ante el resultado del incremento se acepta la hipótesis alterna. Finalmente se demuestra que la aplicación del MP acrecienta significativamente la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

Para corroborar dichos resultados se procede a realizar los Tes de Student.

Tabla 23. Prueba – muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. De la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PRODUCTO PRE	-	2,60859	1,29929	-	-	-	3	0.00
	PRODUCTO POST	23,57299	-	-	27,70792	19,43806	18,14	-	-

Fuente: Software Spss.

Interpretación: La **tabla 23**, plasma como resultado que la significancia de T-Student en el pre y pos productividad es 0.00; por ello se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna (aplicación del Mantenimiento Preventivo mejora significativamente la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018).

Análisis de las Hipótesis específicas

Dimensión 1: Eficacia

H₀: La aplicación del Mantenimiento Preventivo no aumenta significativamente la eficacia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

Tabla 24. Descriptivos de la Eficacia pre – pos

			Estadístico	Error típ.
PRODUCTO PRE	Media		69,4321	1,87571
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	63,4627	
		Límite superior	75,4014	
	Media recortada al 5%		69,4584	
	Mediana		69,6691	
	Varianza		14,073	
	Desv. típ.		3,75142	
	Mínimo		64,71	
	Máximo		73,68	
	Rango		8,98	
	Amplitud intercuartil		7,19	
	Asimetría		-0,347	1,014
	Curtosis		0,433	2,619
PRODUCTO POS	Media		83,1629	1,59822
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	78,0766	
		Límite superior	88,2491	
	Media recortada al 5%		83,0976	
	Mediana		82,5758	
	Varianza		10,217	
	Desv. típ.		3,19644	
	Mínimo		80	
	Máximo		87,5	
	Rango		7,5	
	Amplitud intercuartil		6	
	Asimetría		0,97	1,014
	Curtosis		1,098	2,619

Fuente: Software Spss.

En la tabla 24 de los datos procesados se ve claramente el incremento de la media, en el pos tes.

Interpretación: es indispensable definir que la información corresponde a la eficacia pre y pos; en este caso se evidencia que tiene un comportamiento paramétrico, seguidamente se aplica Shapiro willk.

Tabla 25. Prueba de normalidad – eficacia

	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_PRE	0,993	4	0,974
EFICACIA_POS	0,954	4	0,739

Fuente: Software Spss.

Interpretación: Considerando que la cantidad de muestra es menor a 30 datos, se aplicó la prueba de normalidad para determinar si los datos provienen de una distribución normal. En la tabla 25, evidencia que la significancia de la productividad-pre es 0,974 y como resultado del pos se obtuvo 0,739. Para constatar la hipótesis se consideró la regla considerándolos rangos de los valores, así mismo los resultados son mayores a 0.05, finalmente se aplicó el T-Student.

Contrastación Hipótesis Específica 1

H₀: La aplicación del mantenimiento preventivo no incrementa significativamente la eficacia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

H₁: La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa significativamente la eficacia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

Tabla 26. Comparando media de eficacia pre y pos con T–Student

		Estadísticos de muestras relacionadas			
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	EFICACIA PRE	69,4321	4	3,75142	1,87571
	EFICACIA_POS	83,1629	4	3,19644	1,59822

Fuente: Software Spss.

Interpretación: en la tabla 26 de los datos procesados se obtuvo como resultado la media de la eficacia-pre igual a 69,4321 y en consecuencia de la mejora de la eficacia pos igual a 83,1629, seguidamente se acepta la hipótesis alterna. Finalmente se concluye que aplicando el MP aumenta significativamente la eficacia de los equipos estudiados en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

Para confirmar la validez del análisis se aplicó la prueba T-Student.

Tabla 27. *Muestras relacionadas*

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. De la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	EFICACIA_P RE	-13,7308	3,14439	1,5722	-	-	-	3	0.03
	EFICACIA_P OST		-	-	18,73423	8,72736	8,734	-	-

Fuente: Software Spss.

Interpretación: en la tabla 27, los valores obtenidos de la significancia de la pre y pos prueba de eficacia es 0.03, de acuerdo a la regla decisiva se aceptamos la hipótesis alterna.

Dimensión 2: Eficiencia

Contrastación: Hipótesis específica 2

H₀: La aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa significativamente la eficiencia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

Tabla 28. Media de la Eficiencia pre – pos

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
PRODUCTO PRE	Media		73,72	1,44
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	69,15	
		Límite superior	78,29	
	Media recortada al 5%		73,71	
	Mediana		73,58	
	Varianza		8,26	
	Desv. típ.		2,87	
	Mínimo		70,45	
	Máximo		77,27	
	Rango		6,82	
	Amplitud intercuartil		5,54	
	Asimetría		0,26	1,01
	Curtosis		-0,1	2,62
PRODUCTO POS	Media		89,97	0,64
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	87,92	
		Límite superior	92,02	
	Media recortada al 5%		89,99	
	Mediana		90,12	
	Varianza		1,66	
	Desv. típ.		1,29	
	Mínimo		88,37	
	Máximo		91,28	
	Rango		2,91	
	Amplitud intercuartil		2,47	
	Asimetría		-0,48	1,01
	Curtosis		-1,7	2,62

Fuente: Software Spss.

Interpretación: La tabla 28, presenta numéricamente el incremento de la media de la eficiencia-pos. Para contrastar hipótesis específica-eficiencia debemos considerar si los resultados obtenidos tienen un comportamiento paramétrico, para finalmente aplicar la prueba de Shapiro willk.

Tabla 29. Prueba – normalidad de la eficiencia

	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_PRE	0,989	4	0,99
EFICACIA_POS	0,96	4	0,798

Fuente: Software Spss.

La tabla 29, evidencia que la significancia de la productividad pre es 0,989 y como resultado del pos se obtuvo 0,798; en consecuencia, de los resultados y considerando la regla, los resultados obtenidos son superiores a 0.05 por ende para la constatación de la hipótesis.

Contrastación de Hipótesis específica 2

H₀: La aplicación del mantenimiento preventivo no incrementa significativamente la eficiencia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

H₁: La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa significativamente la eficiencia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018.

Tabla 30. Comparación de eficiencia pre y pos T-Student.

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	PRODUCTO_PRE	73,7216	4	2,87	1,44
	PRODUCTO_POST	89,0709	4	1,29	0,64

Fuente: Software Spss.

Interpretación: se evidencia en la tabla 30, que la eficacia-pre de la media es 73,7216 y de la eficacia pos es 89,0709; en consecuencia, solo se acepta la hipótesis alternar, finalmente se concluyó que al aplicar el MP asciende significativamente la eficacia de los equipos en estudiados.

Para confirmar la validez del análisis se aplicó T- Student. Se aplicó la regla de decisión.

Tabla 31. *Muestra relacionada*

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. De la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	EFICACIA_ PRE	-	4,15	2,08	-	-	-	3	0.04
	EFICACIA_ POST	16,25	-	-	22,86	9,64	7,83	-	-

Fuente: Software Spss

Interpretación: En la tabla 31, el resultado de la significancia en la pre y pos prueba de la eficiencia es 0.04; considerando la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula aceptando hipótesis alterna.

V. DISCUSIÓN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria la Molina específicamente en la Facultad de Industrias Alimentarias desarrollado en el Laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos uno de los tantos laboratorios existentes en la cual se comprobó que aplicando el MP aumenta la productividad un 18,4 % (tabla N°16), observándose que se obtiene en el pre-tes un 52,40% de productividad y en el pos-tes un 70,80% de productividad aplicando los cálculos mediante la diferencia se obtiene como resultado que hubo un incremento del 18,4% por lo tanto podemos decir que hay una mejora en la productividad en el área del laboratorio de análisis físico químico de alimentos-UNALM, 2018, así mismo podemos observar en la tabla N°21 de acuerdo a los datos analizados de los equipos con mayor demanda que son 4 equipos involucrados en el estudio se aplicó el Shapiro Wilk debido a que se cuenta con menor a 30 muestras; se observa como resultado que sig. de pre-productividad es igual a 0,378 y en pos-productividad es 0,394; considerando la regla, los resultados obtenidos son mayores a 0.05, en consecuencia aplica la prueba de T-Student para contrastar la hipótesis.

En la Tabla 22: se puede verificar que la productividad pre-tes de la media es igual a 51,2235 y de la Productividad-pos es igual a 74,7965; comparando se obtienen como resultado un incremento de aprox. 23,573; ante dicho resultado se acepta la hipótesis alterna.

Finalmente se demuestra que la aplicación del MP acrecienta significativamente la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-UNALM, 2018. Los resultados obtenidos son cotejados con las conclusiones del autor OLIVERA, Henry. (2015); Quienes realizaron la tesis de investigación del PTM en el área de mantenimiento preventivo, teniendo como objetivo final acrecentar la productividad en el área de estudio; finalmente concluyo que aplicando la PTM acrecienta en un 10 % su productividad de la empresa de servicio.

El laboratorio de análisis físico químico de alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias-UNALM se encarga de brindar servicio de atención a los estudiantes en las diversas prácticas de laboratorio programados por diferentes docentes de los diferentes cursos establecidos en la facultad. Por ello debido a la demanda del uso de laboratorio y específicamente de los equipos estudiados que tienen mayor

demanda, es de suma urgencia implementar y realizar un plan de mantenimiento preventivo anual para los equipos con mayor demanda de esta manera mantener los equipos disponibles y no retrasarlos en las tareas programadas.

En la investigación realizada en el laboratorio de análisis físico químico de alimentos de la facultad de industrias alimentarias, se comprobó que aplicando el MP se acrecienta la eficiencia un 16.11% en el área del lafqa –unalm, 2018 como se observa en la tabla N° 17, donde se visualiza que en el pre-tes se obtiene como resultado un 73,72% de eficiencia y cuando se aplica el MP(pos-tes) se obtiene como resultado una eficiencia de un 89,83% aplicando los cálculos se obtiene mediante la diferencia un incremento del 16,11%, por lo tanto podemos decir que hay una mejora respecto a la eficiencia, así mismo encontrándose un valor calculado para $p=0,004$ según tabla N°30, la significancia es igual a 0,003, así mismo se observa en la tabla 18, el incremento de la eficacia en un 11,3% la cual se obtiene realizando los cálculos de la diferencia entre el pre-tes donde se obtuvo como resultado la eficacia 71,10% y en el pos-tes un 82,40%, por lo tanto se concluye que hay una mejora aplicando la estrategia del mantenimiento preventivo, resultado que se corrobora con la información recolectada de la tesis de Rodríguez Miguel, quien realizó el trabajo de investigación: “Aplicación del MPT para incrementar la productividad en el área de empaques de caucho en la empresa A & V Servicios Industriales S.A.C. Lima 2016”; en la cual obtuvo como resultado el incremento de la eficiencia en 2,6 % en la línea de producción, apoyándose con diversos instrumentos así como la ficha para recolectar información, registrando las fallas, el historial del mantenimiento y la medición de los procesos de mantenimiento de los equipos en determinado tiempo.

En conclusión, mediante este arduo trabajo de investigación realizado en el laboratorio de análisis físico químico de alimentos de la facultad de industrias alimentarias se confirma que al implementar o aplicar el MP aumenta un 11,3 % respecto a la eficacia de los equipos, en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm 2018, así mismo se obtuvo que el valor calculado para $p=0,003$ (ver tabla 26) y el nivel de significancia obtenido es 0,05, dichos resultados se pudo comprobar considerando las conclusiones mencionadas en la tesis de BUITROM

Yazmín, sostuvo como objetivo aplicar un plan de MP para acrecentar la productividad durante el proceso en la empresa Avinka S.A, Chancay, 2016. Finalmente, el investigador concluye que aplicando el programa de mantenimiento logro incrementar un 4% de la productividad, realizando las inspecciones frecuentemente (diaria y semanal), usado el método Chek list en este caso de cumplimiento y mejorar el control de los procesos.

Ambas metodologías aplicadas y comparadas con los diferentes autores dieron buenos resultados en cuanto a la aplicación generando una mejora en los indicadores así como la productividad y el mantenimiento, también se generó una mejora en el incremento de la eficacia y la eficiencia las cuales son de gran provecho para la empresa debido a que disminuye los gastos en cuanto a generación de mantenimiento correctivo lo cual incluye el cambio de repuestos altamente comprometidos ósea en mal estado por lo tanto debe realizarse el cambio o compra de dicho repuesto, una vez aplicada o implementada el mantenimiento preventivo el gasto generado será menor debido a que las maquinas contarán con un programa de mantenimiento lo cual ayudara a mantener el equipo operativo en el tiempo oportuno y tomando en cuenta el tiempo de vida de cada pieza o repuesto verificado en cada mantenimiento preventivo para asignar con tiempo la compra considerando que en algunos casos los repuestos son importados ante este caso se debe prevenir la cotización y la futura compra de dicho repuesto .

Según los autores mencionado en el marco teórico indica que el mantenimiento en forma general es de gran importancia debido a que nos ayuda a prevenir cualquier paralización de trabajo ya sea en el área de producción o servicio , en este caso el tema de investigación desarrollado es para el área de servicio en cuanto a los estudiantes y servicios de análisis a terceros y si no se aplicaría dicho mantenimiento en este caso preventivo generaría muchas pérdidas económica debido a que si las máquinas están en mal estado no se podrá realizar servicios a terceros, pérdidas de proyectos de investigación, estas investigaciones muchas veces son financiadas por entidades u organizaciones del estado con la finalidad

de aportar en cuanto a nuevos conocimientos para la población peruana u otros, pérdida de prestigio en cuanto a la misma facultad y a la propia universidad ya que la universidad nacional agraria es reconocida por la gran labor de investigación que realiza anualmente a nivel nacional.

Así mismo también se debe tener en cuenta que los estudiantes viajan al extranjero para realizar investigaciones en función a proyectos ganados o en ocasiones a continuar con sus estudios superiores por lo tanto se le debe inculcar cuán importante es el mantenimiento preventivo, rutinario y correctivo, así mismo considerar que no es necesario que se debe realizar un mantenimiento correctivo y para ellos es importante conocer los tipos de mantenimiento que se le brinda a los equipos y la gran importancia del mantenimiento preventivo para tener oportunamente los equipos en el tiempo requerido y de esta manera no retrasar los tareas programadas, así como los análisis de servicio a terceros, análisis de investigaciones programadas tanto para estudiantes de pre-grado y pos grado, así como también para los docentes investigadores.

Por otro lado cabe recalcar que todas aquellas personas involucradas directa e indirectamente con los equipos de laboratorio, en este caso los que tienen bajo su responsabilidad los equipos tienen la obligación de realizar una programación anual del mantenimiento preventivo a realizarse a los equipos tomando como criterio los equipos con mayor frecuencia de uso diario, para ello se debe trabajar con el equipo de trabajo involucrado, teniendo en cuenta el presupuesto que se maneja por laboratorio. El equipo de trabajo referido en este caso a la investigación realizada en el laboratorio de análisis físico químico de alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria, está conformada por el decano autoridad principal de la facultad encargado de aprobar los presupuestos para los laboratorios, seguidamente el jefe inmediato del laboratorio, seguidamente el asistente del jefe de laboratorio y finalmente el técnico encargado de laboratorio,

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyó que la aplicando el MP acrecienta la productividad de cada uno de los equipos del laboratorio de análisis físico químicos de alimentos-unalm, se puede evidenciar en la Tabla N°24 donde se puede observar que la sig = 0,000 y según la regla decisiva es > 0.05 , por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula, considerando la hipótesis planteada por el investigador.
2. Se concluyó que aplicando el MP aumentó un 16,11% la eficiencia de los equipos en el laboratorio de análisis físico químico de alimentos unalm 2018, realizando los cálculos de la diferencia entre el pre y el post-tes. También se consideró que la significancia es igual a 0,004; tomando en cuenta la regla es <0.05 , en consecuencia, se aceptó la hipótesis planteada por el investigador.
3. Finalmente se concluyó que aplicando el mantenimiento preventivo se genera una mejora de un 11,3% la eficacia en el laboratorio de análisis físico químicos de alimentos unalm-2018, mismo se evidencia que la significancia es igual a 0,003 siendo este <0.05 por consiguiente se acepta la hipótesis del alterna.

VII. RECOMENDACIONES

Primera Recomendación

1. Se recomienda continuar con investigaciones relacionadas al mantenimiento de los equipos en las diferentes instituciones, de esta manera concientizar y culturizar a las autoridades cuán importante es el mantenimiento de los equipos y mucho más cuando se trata del aprendizaje de los universitarios. Los procedimientos adecuados al trabajo de investigación, acrecienta disponibilidad y confiabilidad de los equipos (campana extractora y centrifuga) estudiados, disminuyendo los tiempos muertos a consecuencia de las fallas, respetando minuciosamente el programa de trabajo en la atención de los alumnos. De esta manera los equipos incrementaran su productividad.

Segunda Recomendación

2. Se recomienda establecer procedimiento estándares para las diferentes áreas, acorde a su realidad fomentar la importancia que el aplicar el mantenimiento preventivo, controlando los numero se servicio que se realizados por día por ejemplo en este trabajo de investigación se tomó en cuenta la cantidad servicios que se atendía al día y finalmente al mes para de esta manera saber si se cumplía con los servicios de atención programados.

Tercera Recomendación

3. Se recomienda tomar más énfasis en cuanto a este tipo de investigación, recordemos que las universidades estatales dependen mucho de nuestros aportes económicos indirectamente y de ello depende los presupuestos, sin embargo, muchas veces las autoridades ignoran la importancia de realizar un mantenimiento a un equipo y como no hay un control minucioso muchas veces suelen malograrse los equipos sin hallar a un responsable

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación Serie integral por competencias*. Tihuana México: Grupo Editorial Patria, S.A.
- Bautista, M. E. (2009). *Manual de Metodología de Investigación* (3ª ed.). Caracas, Venezuela: Editorial TALITIP S.R.L.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Cegarra, J. (2012). *Evaluación de la eficiencia de la investigación*. Primera Edición. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Cruelles, J. A. (2012). *Productividad e incentivos, Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. DE C.V.
- García, A. (2011). *Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria*. (2ª ed.) México: Trillas.
- García, A. (2014). *Productividad y reducción de costos*. 2da Edición. México: ED Trillas.
- Fidias, G. (2012). *El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica*. (6ª ed.) Venezuela: Editorial Episteme, 2012.
- Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. (7ma ed.). México: Pearson Educación, S.A.
- Hernández, S. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). Mexico DF. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación científica*. (5ª. ed.). México: Mc Graw Hill.
- Izaguirre, M., y Tafur, R. (2014). *Cómo hacer un proyecto de investigación: Uso de diagramas, matrices y mapas conceptuales*. (2ª ed.). Lima, Perú: Editorial Alfaomega.
- Jay, H. y Barry, R. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. Séptima Edición. México: Pearson Educación.
- Krajewski, L. J., Malhotra, M. K. y Ritzman, L. P. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadena de valor*. (8va ed.). México: Pearson Educación, S.A.
- Parra Marquez, C. A., & Crespo Marquez, A. (2012). *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad Aplicada en la gestión de activos*. España: ingenman.

Nemur, L. (2016). *Productividad: Consejos y Atajos de Productividad para Personas Ocupadas*. (2ª ed.) BABELCUBE INC.

Ñaupas, et. Al. (2014). *Metodología de la investigación. Cuantitativa – cualitativa y redacción de tesis*. (4ª ed.). Bogotá: Colombia, ediciones de la universidad de Bogotá.

Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta*. (2ª. ed.). Lima: San Marcos.

Valderrama, S. (2007). *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica*. (1ª ed.) Lima: Perú. San Marcos EIRL.

LIBROS ELECTRÓNICOS

Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación, Introducción a la metodología de investigación*. Editorial Shalom. Recuperado de: <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

Baca, et al. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=eNLhBAAQBAJ&pg=PA198&dq=introducci%C3%B3n+a+la+ingenier%C3%ADa+un+enfoque+industrial&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi9l4jElrveAhXCE5AKHRbLBfKQ6AEIQjAE#v=onepage&q=Estudio%20del%20trabajo&f=false>

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. (3ª ed.). Bogotá, Colombia. Recuperado de: http://biblioteca.uccvirtual.edu.ni/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=245&Itemid=1

Cabana (2010) *international serie in operations Research y Management Sciencie*. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=bP8sBAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=productivity+efficiency+and+effectiveness&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjiwrDilpDeAhWCDJAKHTOYDOQQ6AEIUjAG#v=onepage&q&f=false>

Carro, R., Gonzales, D. (2012). *Productividad y Competitividad*. Recuperado de http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

Chase, R. Jacobs, R. y Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones*. [En línea]. 12ava Ed. México: Mc Graw Hill. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2018]. Recuperado de: https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf

- Baena, G. (2014). Metodología de la investigación [en línea]. México D.F.: Grupo Editorial Patria, [fecha de consulta: 15 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=6aCEBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=tipos+y+dise%C3%B1os+de+investigacion+2016&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiCu9aRmNHWAhXPdSYKHWQhBL04ChDoAQhZMAk#v=onepage&q&f=false&safe=active>
- Carro, R. y Gonzales, D. (2008). Productividad y competitividad. [En línea]. [Fecha de consulta: 29 de setiembre de 2018]. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf
- Fernández, R. (2010). La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa. [En línea]. España: Editorial club universitario, 2010. Recuperado de: <https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/3881.pdf>
- Galán Amador, M. (2010). Justificación y limitaciones de la investigación. En Metodología de la investigación – Manuel Galán Amador. Recuperado el 23 de octubre de 2018 de <http://manuelgalan.blogspot.com/2009/03/recoleccion-dedatos-en-la.html>
- Gutiérrez, H. (2010). Calidad Total y productividad. [en línea]. 3a. ed. Madrid: editorial McGraw-Hill Interamericana. [Fecha de consulta: 29 de setiembre de 2018]. Disponible en: https://xlibros.com/wp-content/uploads/2014/04/Calidad-total-y-productividad-3edi-Gutierrez_redacted.pdf
- Garrido, S. G. (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Díaz de Santos. Recuperado el mayo de 2018, de https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=PUovBdLi-oMC&oi=fnd&pg=PR13&dq=libro+de+mantenimiento+preventivo&ots=UeD93qpJZu&sig=BZHVNM2x5C8vioJXxWfH8AJZ_rE#v=onepage&q&f=false
- Huertas, R. y Domínguez, R. (2008). Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas de servicios y turísticas. [en línea]. España. Edicions Universitat Barcelona. [fecha de consulta: 18 de octubre de 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=SfG3K8lz52gC&pg=PA72&dq=eficacia+y+eficiencia+en+la+productividad&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj6_Nmb3ZDeAhUDgpAKHYN4AV8Q6AEIJzAA#v=onepage&q=eficacia%20y%20eficiencia%20&f=false

- López, J. Alarcón, E. y Rocha, A. (2014). Estudio del Trabajo: Una Nueva Visión [en línea]. 1ª ed. México D.F.: Editorial Mexicana, [fecha de consulta: 29 de setiembre de 2018].
 Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=stnhBAAAQBAJ&pg=PA132&dq=procedimiento+de+estudio+del+trabajo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj37LLKyeDdAhXQnJAKHcoSD2oQ6AEINTAD#v=onepage&q=procedimiento%20de%20estudio%20del%20trabajo&f=false>
- Meyers, F. (2010). Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. [en línea]. 2ª ed. México. [fecha de consulta: 29 de setiembre de 2018].
 Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=cr3WTuK8mn0C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- ORTIZ, F. (2004). Diccionario de metodología de la investigación científica. [En línea]. México: Editorial Limusa S.A.
 Disponible en: <https://goo.gl/2iXzjZ>
- Quezada, M. y Villa, W. (2007). Estudio del trabajo: Notas de Clase. [en línea]. 1ª ed. Colombia. Fondo editorial ITM. [fecha de consulta: 18 de octubre del 2018].
 Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Wb85eivgonQC&printsec=frontcover&dq=Estudio+del+trabajo.&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi2uMqX9pDeAhVGDJAKHQBUAnsQ6AEIJzAA#v=onepage&q=Estudio%20del%20trabajo.&f=false>
- Rodríguez, J., Pierdant, A., y Rodríguez, E. (2016). Estadística para administración. [en línea]. (2ª ed.). México: Grupo Editorial Patria.
 Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=bBUhDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=isbn:6077444901&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi7jdT-6HeAhXEi5AKHV-vC9kQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>
- Rojas, C. E. (sin fecha). Organizacion y Planificacion de Sistema de mantenimiento. Recuperado el 16 de Noviembre, de <https://es.scribd.com/doc/34805585/Organizacion-y-Planificacion-Del-Mantenimiento>.
- Salih.O.Duffua; A. Rouf; Dixon Cambell, Jhon ;. (2009). sistema de mantenimiento planeacion y control. Mexico: Limusa,S.A. Recuperado el 11 de 05 de 2018, de <https://es.scribd.com/doc/39849085/Sistemas-de-Mantenimiento-Duffua-y-Otros>

LIBROS ELECTRÓNICOS EN INGLES

- Barðdal, J. (2008). Productivity: Evidence from Case and Argument Structure in Icelandic. [en línea]. John Benjamins Publishing Company. [fecha de

consulta: 17 de octubre de 2018].

Disponible

en:

https://books.google.com.pe/books?id=8HAokTKDUjUC&printsec=frontcover&dq=books+of+productivity&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiR1_7v543eAhWlQZAKHehbA-sQ6AEIJzAA#v=onepage&q=productivity&f=false

Chary, S. (2009). Production and operations management. [en línea]. 4th ed. USA. Tata McGraw Hill education private Limited. [fecha de consulta: 18 de octubre de 2018].

Disponible

en:

<https://books.google.com.pe/books?id=QP8gUPePJslC&pg=SA19-PA8&dq=productivity+efficiency+and+effectiveness+in+operation+management&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiZrdOfo47eAhUDiZAKHeR5DowQ6AEIOzAC#v=onepage&q=productivity%20efficiency%20and%20effectiveness%20in%20operation%20management&f=false>

Lawrence S. Aft. (2000). Work Measument and Methods Improvement. [en línea]. United State of America. Series editor. [fecha de consulta: 18 de octubre de 2018].

Disponible

en:

<https://books.google.com.pe/books?id=B1DLXuts73cC&printsec=frontcover&dq=study+of+methods,+measurement+of+work&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwignv3DnZDeAhXNnJAKHYP5B24Q6AEIJzAA#v=onepage&q=study%20of%20methods%2C%20measurement%20of%20work&f=false>

TESIS

Carranza, D. L. (2016). Análisis y mejora del proceso productivo de confecciones de prendas t-shirt en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú). Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6084/Carranza_cd.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador). Recuperado de <http://docplayer.es/9612137-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-mecanica-escuela-de-ingenieria-industrial.html>

Concha, J. G. y Barahona, B. I. (2013). Mejoramiento de la productividad en la empresa Induacero Cia. Ltda. en base al desarrollo e implementación de la Metodología 5s y VSM, herramientas del Lean Manufacturing (Tesis de pregrado, Escuela Superior

Hernández, E. J. , Camargo, Z. M. y Martínez, P. M. (2014). Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda.. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 23(1), 107-117.

PAGINAS WEB

UNALM (2018): Mapa de procesos: publicado (2018). Recuperado el 10 de mayo de 2018 de <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/industrias/portal/wp-content/uploads/WhatsApp-Image-2018-04-11-at-11.04.17.jpeg>

Reportero industrial: mantenimiento 3.0 (2018). Recuperado el 01 de diciembre 2018 de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Formulas-de-calculo-de-indicadores-de-disponibilidad+115450>

INACAL (2017). Solo 1% de empresas en el Perú cuenta con sistemas de gestión de calidad. Publicado el 2017. Recuperado el 01 de Mayo de 2018 de <http://www.inacal.gob.pe/principal/noticia/solo-de-empresas-en-el-peru>

INACAL (2017). Calidad en las MYPES. Publicado el 2017. Recuperado el 01 de Mayo de 2018 de <http://www.inacal.gob.pe/principal/noticia/calidadenlasmypes>

INEI (2017). Empleo. Publicado el 2017. Recuperado el 01 de Mayo de 2018 de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/ocupacion-y-vivienda/>

Ministerio de Economía y Finanzas (2017). El seguimiento del desempeño de los programas presupuestales: Definición y construcción de indicadores. Publicado el 2017. Recuperado el 01 de Mayo de 2018 de https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publico/ppr/indicadores/metodologia_112016.pdf

REVISTAS

Lozada, T. Martínez, A. Moras, C. G. Flores Ávila, L. C. Sánchez Olivos, J. P. (2011). Aplicación de simulación para incrementar la productividad de la empresa "La Molienda de Santa Maty" Instituto Tecnológico de Orizaba Departamento de Ingeniería Industrial Orizaba. Disponible en: <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/aplicacion-de-simulacion-para-incrementar-la-productividad-de-la-empresa-la-vieja-hacienda-de-santa-maty.pdf>

Gómez, M. Danglot C. y Vega, L. (2003). "Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuando usarlas" Universidad Nacional autónoma de México. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2003/sp032i.pdf>

ANEXO

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Tabla 32. Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION ES	INDICADORES
General	General	General		García P.(2012) Define el mantenimiento preventivo como el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir fallas y paros imprevistos. (p. 55).		
¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la productividad en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018?	Determinar en qué medida la Aplicación del Mantenimiento preventivo incrementa la productividad en el laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos-UNALM, 2018	La Aplicación del Mantenimiento preventivo incrementa significativamente la Productividad en el laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos-UNALM, 2018	Mantenimiento preventivo		Disponibilidad	D: Disponibilidad S Tiempo de producción programado d: Tiempo muerto en horas $Disponibilidad = \frac{S - d}{S} \times 100$
Específicos	Específicos	Específicos			confiabilidad	$Confiable = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$ C : Confiabilidad MTBF : Tiempo medio entre fallas MTTR : Tiempo medio para la reparación
¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la eficiencia en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018?	Determinar en qué medida la Aplicación del Mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en el laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos-UNALM,2018	La Aplicación del Mantenimiento preventivo incrementa significativamente la eficiencia en el laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos-UNALM, 2018	Productividad	Gutiérrez (2014) indico: que la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. (p.20).	Eficiencia	$Eficiencia = \frac{UT}{TD} \times 100$ UT: Tiempo de utilización TD: Tiempo de disponible
¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Preventivo incrementa la eficacia en el área de almacén en el Laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm, 2018?	Determinar en qué medida la Aplicación del Mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en el laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos-UNALM,2018	La Aplicación del Mantenimiento preventivo incrementa significativamente la eficacia en el laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos-UNALM, 2018			Eficacia	$Eficacia = \frac{CSE}{CSP} \times 100$ CSE: Cantidad de servicio real Ejecutados CSP: Cantidad de servicio Programados

Fuente: elaboración propia


Anexo 2. Matriz de Operacionalización.

Tabla 33: Matriz-Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumento	Escala de Medición
Mantenimiento preventivo	Según Díaz y Ruiz (2012) manifestó que “es la de mediante unas determinadas operaciones, prever y anticiparse a las averías” (p.37).	Para la satisfacción del cliente de debe tener en cuenta la disponibilidad, la fiabilidad y la mantenibilidad para brindar un mejor servicio y en tiempo oportuno.	Confiabilidad	$Confiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$ <p>C : Confiabilidad MTBF : Tiempo medio entre fallas MTTR : Tiempo medio para la reparación</p>	Ficha	Razón
			Disponibilidad	$Disponibilidad = \frac{S - d}{S} \times 100$ <p>D: Disponibilidad. S : Tiempo de servicio programado d: Tiempo Muerto en horas</p>	Ficha	Razón
Productividad	Gutiérrez (2014) Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados(p.21)	Indicador que mide la eficacia y la eficiencia los servicios que se brindan en el laboratorio de análisis físico químico de alimentos-unalm.	Eficiencia	$Eficiencia = \frac{UT}{TD} \times 100$ <p>UT: Tiempo de utilización TD: Tiempo de disponible</p>	Ficha	Razón
			Eficacia	$Eficacia = \frac{CSE}{CSP} \times 100$ <p>CSE : Cantidad de servicio real Ejecutados CSP: Cantidad de servicio Programados</p>	Ficha	Razón

Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Instrumento para la programación de mantenimiento

PALN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Laboratorio Análisis Físico Químico de Alimentos. 	
Hoja de Vida	Página 1			
HOJA DE VIDA N°	TARJETA MAESTRA	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO	
UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FECHA DE PUESTA EN MARCHA	
HISTORIAL DE REPARACIONES				
FECHA	ORDEN DE TRABAJO N°	DESCRIPCION	REPARO	COSTOS

Fuente: elaboración propia

Anexo 4. Ficha de recolección de datos: Eficacia

Nombre del equipo			
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
EFICACIA		Fecha:	31/03/2018
GUIA DE OBSERVACIÓN			
MENSUAL	Nº de servicios programados	Nº de servicios ejecutados	Eficacia
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
PROMEDIO			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Ficha de recolección de datos: Eficiencia.

Nombre del equipo			
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
EFICIENCIA		Fecha:	
GUIA DE OBSERVACIÓN			
MENSUAL	Tiempo Disponible	Tiempo de utilización	Eficiencia
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
PROMEDIO			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Ficha de recolección de datos: Disponibilidad

Nombre del Equipo				
HOJA DE RECOLECCION DE DATOS				
Mes	Tiempo de operación(horas)	Tiempo de Paradas (horas)	Disp.	% tiempo muerto
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
promedio				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Ficha de recolección de datos: Confiabilidad

Nombre de equipo						
HOJA DE RECOLECCION DE DATOS (ANTES)						
Fallas presentadas del equipo			CONFIABILIDAD			
Mes	Tiempo de operación(h	Tiempo de Paradas	Nº de Fallas	MTBF(Hr)	MTTR(Hr)	CONFIABILIDAD
Marzo						
Abril						
Mayo						
Junio						
PROMEDIO						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Ficha de registro del historial de Campana 1

LABORATORIO DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE ALIMENTOS-FIAL							
FICHA DE RGISTRO DE EQUIPO							
CODIGO:322214640071			MODELO: s/m				
DESCRIPCION: Campana extractora			AÑO: s/f				
UBICACIÓN:			MARCA:				
FECHA	Orden de servicio	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observación


Fuente: Adaptado de Maldonado, H. y Sigüenza M. (2014)

Anexo 9: Ficha de registro del historial de Campana 2

LABORATORIO DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE ALIMENTOS-FIAL							
FICHA DE RGISTRO DE EQUIPO							
CODIGO:322214640064			MODELO: s/m				
DESCRIPCION: Campana extractora			AÑO: s/f				
UBICACIÓN:			MARCA:				
FECHA	Nº orden de servicio	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observación


Fuente: Adaptado de Maldonado, H. y Sigüenza M. (2014)

Anexo 10: Ficha de registro del historial de Campana 3

LABORATORIO DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE ALIMENTOS-FIAL							
FICHA DE RGISTRO DE EQUIPO							
CODIGO:			MODELO: s/m				
DESCRIPCION: Campana extractora			AÑO: s/f				
UBICACIÓN:			MARCA:				
FECHA	Orden de servicio	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observación

Fuente: Adaptado de Maldonado, H. y Sigüenza M. (2014)

Anexo 11: Ficha de registro del historial de centrifuga refrigerada 1

LABORATORIO DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE ALIMENTOS-FIAL							
FICHA DE RGISTRO DE EQUIPO							
CODIGO:			MODELO: s/m				
DESCRIPCION: Campana extractora			AÑO: s/f				
UBICACIÓN:			MARCA:				
FECHA	Orden de servicio	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observación

Fuente: Adaptado de Maldonado, H. y Sigüenza M. (2014)

Anexo 12. Validación de contenido del instrumento



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	C: Confiabilidad MTBF: Tiempo medio entre fallas MTTR: Tiempo medio para la reparación $Confiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	D: Disponibilidad S: Tiempo de producción programado d: Tiempo muerto en horas $Disponibilidad = \frac{S-d}{S} \times 100$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: Productividad

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	 $Eficiencia = \frac{UT}{TD} \times 100$ UT: Tiempo de utilización TD: Tiempo de disponible	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	 $Eficacia = \frac{CSE}{CSP} \times 100$ CSE: Cantidad de servicio real Ejecutados CSP: Cantidad de servicio Programados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: Dr. Pablo José Dora

DNI: 41391074

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

de 2011 del 201...

Firma del Experto Informante.

Anexo 13. Validación de contenido del instrumento



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	C: Confiabilidad MTBF: Tiempo medio entre fallas MTTR: Tiempo medio para la reparación $Confiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	✓		✓		✓		
2	D: Disponibilidad S: Tiempo de producción programado d: Tiempo muerto en horas $Disponibilidad = \frac{S-d}{S} \times 100$	✓		✓		✓		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: Productividad

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	$Eficiencia = \frac{UT}{TD} \times 100$ UT: Tiempo de utilización TD: Tiempo de disponible	✓		✓		✓		
2	$Eficacia = \frac{CSE}{CSP} \times 100$ CSE: Cantidad de servicio real Ejecutados CSP: Cantidad de servicio Programados	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador (Dr./ Mg): Contreras Rivera, Richard

DNI: 09961475

Especialidad del validador: Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dio suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

5 de 12 del 2018

Firma del Experto Informante.

Anexo 14. Validación de contenido del instrumento



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	C: Confiabilidad MTBF: Tiempo medio entre fallas MTTR: Tiempo medio para la reparación $Confiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100$	✓		✓		✓		
2	D: Disponibilidad S: Tiempo de producción programado d: Tiempo muerto en horas $Disponibilidad = \frac{S-d}{S} \times 100$	✓		✓		✓		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: Productividad

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	UT: Tiempo de utilización TD: Tiempo de disponible $Eficiencia = \frac{UT}{TD} \times 100$	✓		✓		✓		
2	CSE: Cantidad de servicio real Ejecutados CSP: Cantidad de servicio Programados $Eficacia = \frac{CSE}{CSP} \times 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: MARCIAL ZUÑIGA MUÑOZ DNI: 06105726

Especialidad del validador: ING INDUSTRIAL

.....25 de NOV del 2018

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Anexo 15. Autorización de Empresa



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos

CARATA DE AUTORIZACIÓN

Yo Gabriela Cristina Chire Fajardo, jefe del laboratorio de análisis físico químico de alimentos (LAFQA) de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria, autorizo a la Srta. **Zahara Patricia Prudencio Albino**, estudiante del X ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar vallejo-Lima este para que proceda a la recolección de datos que sea de utilidad para su trabajo de investigación titulada "Aplicación del Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Productividad en el Laboratorio de Análisis Físico Químico de Alimentos-UNALM, 2018".

Sin más que decir, me despido y dejo constancia del compromiso de mi persona con la estudiante.

Atentamente,

Dra. Gabriela Cristina Chire Fajardo
Jefe
Laboratorio de Análisis Físicoquímico de Alimentos
Facultad de Industrias Alimentarias
Universidad Nacional Agraria La Molina
gchire@lamolina.edu.pe
Celular: 997940036

